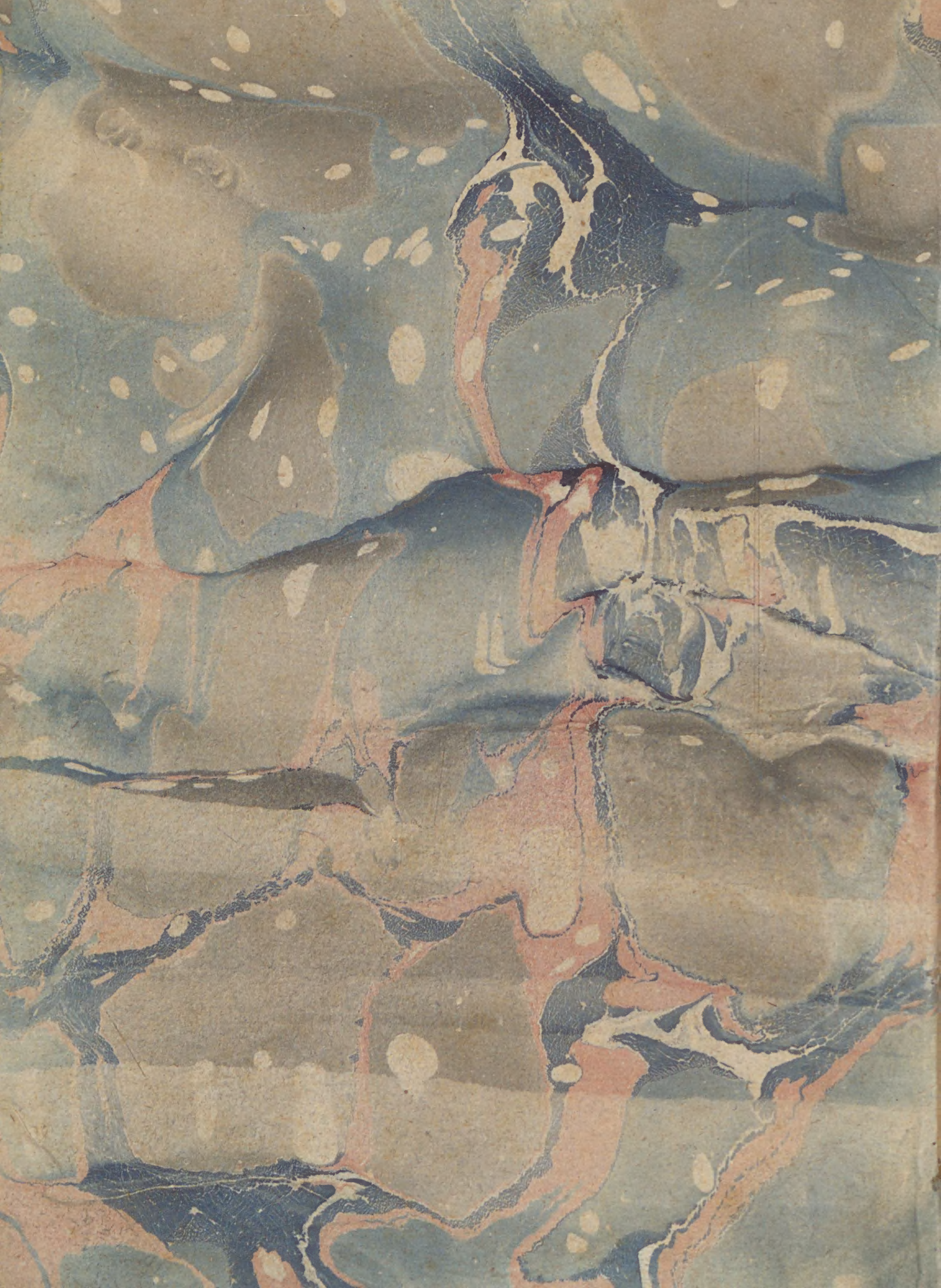






TRATADO

SOBRE EL MOVIMIENTO Y APLICACIONES

DE LAS AGUAS;

EN EL CUAL SE MANIFIESTA POR MÉTODOS SENCILLOS, CLAROS Y EXACTOS, CUANTO PERTENECE A SU CONDUCCION, DISTRIBUCION Y ELEVACION, SEGUN LOS DIFERENTES OBJETOS A QUE SE DESTINEN, PARA SATISFACER LAS NECESIDADES DE LOS PUEBLOS, Y LAS DE LA AGRICULTURA, INDUSTRIA Y COMERCIO: FACILITANDO EL REGADÍO Y LA NAVEGACION INTERIOR, Y PROPORCIONANDO ABUNDANTE Y EXQUISITA PESCA: DEMOSTRANDOSE ADEMAS QUE SU APROVECHAMIENTO EN ESPAÑA OFRECE UNA MASA TAN CONSIDERABLE DE RIQUEZAS, QUE SOLO SE PUEDE CONCEBIR POR LAS MUCHAS Y VARIADAS APLICACIONES QUE CONTIENE.

Obra útil, conveniente y necesaria á toda clase de personas, ya sean propietarios, ya agricultores, ya ganaderos, ya ejerzan alguna ocupacion industrial relativa á minas, molinos ó fábricas: ya desempeñen alguna de las profesiones de construccion, como la de ingenieros en todos los ramos, la de arquitectos, fontaneros, agrimensores, y la de los destinados á las edificaciones en que entran la madera y los metales.

Por D. José Mariano Vallejo.

TOMO TERCERO.

MADRID,
IMPRENTA DE D. MIGUEL DE BURGOS.
1833.

demas habitantes del Globo, que apetecen los exquisitos frutos de la Península para satisfacer sus necesidades, atender á sus conveniencias, y surtir de materias primeras á sus fábricas.

2.ª En cuanto á la 2.ª, debo manifestar mi gratitud, no solo á todos los periodistas que han tenido la bondad de darla á conocer, sinó á la voz unánime de toda clase de sugetos que, ya por cartas, ya personalmente, me han dado el parabien de haber concebido tal idéa, y tenido la constancia necesaria para vencer las dificultades que son consiguientes hasta llegar á realizarla.

3.ª En cuanto á la 3.ª debo estenderme algo mas; pues tanto por nuestras circunstancias interiores, como por lo que pasa fuera, parece que esta obra se debe considerar como una de las mas propias del siglo en que vivimos, cuya tendencia es el promover las cosas útiles, y evitar las perjudiciales ó cuya gloria resulta con detrimento de la humanidad. En efecto, si fijamos nuestra consideracion en las miras de nuestro augusto Soberano, echarémos de ver que las providencias que toma, con especialidad por el Ministerio de Fomento, se dirigen muy principalmente á promover el regadío y la navegacion; y como en esta obra se contienen los medios de ejecucion, que en última análisis, es lo que mas paraliza las mejores providencias, resulta que su publicacion es la mas oportuna para que se realicen las soberanas y benéficas intenciones de S. M.

Si observamos la marcha de las oficinas generales de la capital, notarémos en todas ellas una propension á promover cuanto tiene relacion con el mismo asunto; de lo cual es una prueba nada equívoca la circular que la Direccion general de Propios ha espedido en 18 de febrero del presente año de 1833, en que se recapitulan los privilegios y exenciones que S. M. ha concedido á los empresarios de canales y que hagan de regadío los terrenos para facilitar el que las corporaciones, ayuntamientos y particulares puedan llevar á efecto empresas de esta naturaleza; y como en esta obra se contienen los medios de realizarlas, parece hecha *ex-profeso* para facilitar su ejecucion *.

* No será inoportuno el que insertemos aqui la circular de la Direccion general de Propios expedida en 5 de julio del presente año de 1833 que copiada á la letra dice asi: *Direccion general de Propios y Arbitrios del Reino.* = El Excmo. Sr. Secretario de Estado y del Despacho del Fomento general del Reino me ha comunicado con fecha 28 de junio próximo pasado la Real órden siguiente. = Ilmo. Sr. = He dado cuenta al Rey nuestro Señor de la instancia en que don José Mariano Vallejo solicitó que todas las ciudades y villas del Reino se suscribiesen á su obra titulada *Tratado sobre el movimiento y aplicaciones de las aguas*, pagando su importe del fondo de Propios; y conformándose con el parecer de V. I. en su informe de 20 de mayo último, se ha servido S. M. resolver que se invite á los pueblos para que se suscriban, encareciéndoles la utilidad de la obra, y asegurándoles que su importe les será abonado en cuentas. De Real órden lo comunico á V. I. para su inteligencia y efectos correspondientes á su cumplimiento.

»La traslado á V. S. para los mismos fines, y el de que haga entender á los pueblos las ventajas que deben resultar de poner en práctica los conocimientos científicos de que abunda la expresada obra; pues que siendo la principal causa del atraso en que se encuentra la agricultura, industria y comercio, el poco fruto que se extrae de las aguas, por la ignorancia en el modo de aplicarlas, ilustrados que sean los pueblos sobre la materia, no hay duda que podrán conseguirse los beneficios que el Rey nuestro

Si echamos la vista por las disposiciones que promueven en las provincias los dignos Capitanes generales, Gobernadores, Corregidores, Sociedades económicas, Ayuntamientos y aun los particulares, se advertirá que no puede ser mejor la coyuntura en que se publica esta obra, que allana las dificultades que en esto se pueden encontrar.

Pero aun hay mas; en los paises estrangeros, en que abundan otros motores, y que hay mas facilidad en proporcionárselos, tratan ahora de llamar la atencion sobre la potencia motriz del agua, como mas adecuada, fácil y económica; y el volver á fijar la consideracion acerca de tan importante materia, despues de haber esperimentado los demas motores, y justamente despues que yo tengo hecho todo este trabajo, da á conocer que me anticipé á proporcionar cuanto en esta materia se podía necesitar, dando desde luego la preferencia á la fuerza motriz del agua sin ensayar los otros motores, que despues de esperimentados en las demas naciones, van conociendo que son inferiores en ventajas á los que proporciona dicha fuerza motriz del agua. Y para comprobarlo, debemos dar aqui una idéa de lo que se ha promovido en Francia, despues de mi salida de Paris. En dicha capital se ha impreso y continúa publicándose un periódico intitulado *Anales de puentes y calzadas*. He podido tener algunos instantes el tomo 1.° impreso en 1831, con el título de *Memorias y documentos relativos al arte de las construcciones, y al servicio del ingeniero*; y la nota (*d*) que se halla en la página 195 dice así: «En la junta que se celebró últimamente en Lóndres, para la ereccion de un monumento á la memoria del difunto *Jacobo Watt*, *Mr. Boulton* ha asegurado que el establecimiento de *Watt* había producido un número de máquinas de vapor igual á la fuerza mecánica de *cien mil* caballos; y que de ello resultaba para el pais una economía anual de *dos millones y quinientas mil libras esterlinas* (250 millones de reales). En virtud de esto parece que *Mr. Boulton* valúa en 25 libras anuales, y por fuerza de cada caballo, la ventaja que atribuye al vapor sobre los caballos. Por otra parte, se supone generalmente que la economía, ó la ventaja del empléo de la fuerza mecánica del agua sobre la del vapor, esceda en mucho de *treinta libras* anuales por fuerza de caballo. Admitamos por un momento esta base, y tendrémos que la economía será de 1500 libras (150∪000 reales vellon) para un establecimiento de la fuerza de *cincuenta caballos* movido por una corriente de agua, comparada con una máquina de vapor, y de *dos mil setecientas cincuenta libras* (275∪000 reales vellon) si la comparamos con un establecimiento en que sirvan de motor los caballos. Por último, si aplicamos estos cálculos á la fuerza total de *mil seiscientos setenta caballos*, la economía anual será de *cua-*

Señor les ha procurado en repetidos Reales decretos recopilados recientemente en la circular de 18 de febrero último, concediendo privilegios y exenciones á los empresarios de canales y roturadores de terrenos incultos &c., con objeto de aumentar las producciones de nuestro fértil cuanto descuidado suelo; y para el debido conocimiento de esa Subdelegacion remito adjunto seis prospectos de dicha obra, de cuyo recibo me dará V. S. aviso.=Dios guarde á V. S. muchos años. Madrid 5 de julio de 1833.=Niceto de Larreta.=Sr. Intendente Subdelegado de Propios de la provincia de...

renta y nueve mil novecientas ochenta libras esterlinas (429983000 reales vellon) en favor de la corriente de agua comparada con los caballos. No debe concluirse de aquí que yo aprecio poco los grandes efectos producidos por las máquinas de vapor, y únicamente diré que me parece oportuno llamar la atencion general sobre otra fuente de riqueza que hasta ahora se ha despreciado generalmente. No investigaré en la actualidad las causas que hayan podido conducir á esta especie de indiferencia; el genio de Watt, las ventajas siempre crecientes de las máquinas de vapor han dirijido hácia el mejor empléo de esta fuerza motriz á la mayor parte de los Sabios, de los Mecánicos, de las personas dedicadas á las operaciones industriales; desde dicha época, la potencia del agua, mas simple, mas natural, que tiene uno casi siempre á su disposicion, pero que por esta misma causa presenta ménos atractivos á las investigaciones, se ha sepultado en la obscuridad, y ha permanecido enteramente estacionaria. El impulso general que de ello ha resultado, ha sido de tal modo dominante en favor de las máquinas de vapor, que por todas partes donde un establecimiento, un motor hidráulico ha venido á carecer de agua, ya por causa de la estension que había tomado, ya por la sequedad de la estacion, no se ha oido sinó este grito general: *recurrid pronto á una máquina de vapor, y no permanezcais mas en la dependencia del agua*. Se podrían enumerar muchos establecimientos destinados á *cincuenta* millas de Glasgou, donde se ha seguido este parecer, cuando con menor gasto que el preciso de adquisicion de una máquina de vapor, se hubiera podido lograr para siempre una provision de agua suficiente á efectuar la especie de trabajo, que se quería llevar adelante; pero estas idéas esclusivas deben evidentemente desaparecer, y lo justificarán el tiempo y la razon. En lugar de llamar siempre las máquinas de fuego en auxilio de los motores hidráulicos, nosotros al contrario, esperamos poner en favor de las caidas de agua, de preferencia á estas máquinas dispendiosas, cuyo humo es tan incómodo. En cuanto á lo demas, es incontestable la prodigiosa influencia que ha ejercido el vapor en el comercio del Reyno, sobre el comercio de todo el mundo. La única aplicacion esclusiva del vapor á la navegacion, bastaría para inmortalizar el hombre á quien se deben las mayores mejoras de estas preciosas máquinas. Tambien esperamos que no quedará siempre sepultado en el olvido el nombre del que, ménos feliz que *Watt*, ha introducido sin embargo el barco de vapor; y si algunos contemporáneos indiferentes olvidan á este interesante hombre, y le dejan arrastrar en la miseria en sus últimos dias, vendrá por fin el tiempo en que se reunirán juntas públicas para erigir monumentos á la memoria de *Henry Bell.*"

Esto comprueba el sólido fundamento con que nos hemos estendido tanto en el libro 5.° En esto hemos procedido por lo que nos dictaba nuestra razon natural, haciendo aplicaciones á las circunstancias locales de nuestro territorio; y vemos con placer que coincidiendo con nuestras propias idéas, se ocupaban de ello al mismo tiempo en Inglaterra y en Francia, deduciendo las mismas consecuencias. Yo, que

me lisongéo de haber sido el primero que entre nosotros ha llamado la atencion sobre las bombas de vapor ó de fuego, en el resúmen histórico que acerca de ellas he puesto en la 1.ª parte de mi Mecánica industrial (II C), no podré parecer desafecto á una invencion tan ventajosa; pero tan portentoso invento, de que tambien he hablado en varios parages de esta obra, y que produce tanta utilidad, no sería ventajoso en muchas localidades; y hasta sería ridículo emplearlo en la mayor parte de nuestra España, donde se presentan frecuentemente caidas tan adecuadas de agua. Repetimos nuestro aprecio á la invencion y empléo de las bombas de vapor, y las hemos puesto en el verdadero lugar que les corresponde para producir la mayor fuerza que puede necesitar el hombre, y en cualquier parage donde la haya de aplicar; pero, lo repetimos nuevamente, no solo sería ridículo, sinó hasta disparatado en estremo, emplear por ejemplo una máquina de vapor, para efectuar cualquier especie de industria en las inmediaciones de Buitrago, donde hemos visto (nota del § 489 L. 5), que existe sin gasto alguno, una potencia motriz ó mecánica en el agua, que naturalmente corre hasta el Ponton de la oliva, *equivalente á cerca de la mitad* de toda la fuerza de las bombas de vapor construidas por *Watt*. Sería igualmente disparatado hasta lo sumo el valerse de bombas de vapor en ciertos géneros de industria que se intentasen establecer en la Mancha, donde no hay combustible ni aun agua que suministre el vapor, teniendo conocido en dicha provincia, el sistema de aplicar la accion del viento, que nada cuesta. No hubieramos entrado en estos pormenores, si la nota que de dicha obra hemos insertado, no nos hubiera dado márgen; pero ya que se nos presenta ocasion, sin provocarla por nosotros mismos, y que por esta causa no se nos podrá tachar de parcialidad, conviene que, para comprobar cuanto hemos asegurado en el libro 6.° al decir que una máquina es mejor que otra, segun las diferentes ocasiones en que se ha de hacer uso de ella, digamos y repitamos que en esto consiste principalmente el buen éxito de las empresas; y por esta causa, en todas ocasiones, hemos tenido buen cuidado de espresar en qué circunstancias son mas ventajosos unos métodos que otros; pues el haberse malogrado muchas empresas industriales, aun en los paises mas cultos, ha procedido de no haber tenido en consideracion las circunstancias locales para el adecuado y oportuno empléo de los medios que se debían adoptar. Esto es precisamente lo que se ha verificado con las compañías inglesas, que han tratado de beneficiar las minas de Nueva España, llevando á dicho pais grandes máquinas de vapor; y se ha verificado que siendo absolutamente imposible el hacer uso de ellas en la mayor parte de aquellas localidades, se han perdido todas las espresadas compañías, habiendo envuelto en su ruina á otras muchas personas que han sido víctimas de los errores de cálculo de los principales promotores.

Tambien nos parece oportuno indicar, que en el cuaderno 2.° de los mismos *Anales*, correspondiente á marzo y abril de 1833, página 260 se habla de *nuevos esperimentos hechos en el canal de la*

Gran-Union, con un barco de fierro, por *MMrs. Houston* y *Grahame*, confirmados por *Mr. Rennie*; de ellos resulta que *la velocidad de los bateles ó barcos*, de 4 á 8 millas por hora (1,16 á 2,31 leguas esps.), ocasionaba un remolino y undulaciones considerables; pero que para una velocidad mayor, este efecto, así como la fuerza indicada por el dinamómetro, disminuía progresivamente: siendo la opinion de *Mr. Rennie* el que *esta diminucion de resistencia debe atribuirse á que el batel ó barco, marchando con gran velocidad se elevaba sobre el agua.*

4.ª En cuanto á la 4.ª debo indicar, que, como hasta en proverbio ha pasado aquello de que *en la ejecucion está el cuento*, hace ya mas de cuarenta años que medito sobre este particular; y examinado mi sistema, *está reducido á poner en accion no solo lo que hoy no produce nada en España, sinó que mas bien es perjudicial; y combinar de tal modo los elementos que existen en la nacion, que se logre el grandioso objeto, que comprende esta obra, no solo sin sacrificios que carguen sobre el Real Erario, ni Crédito público, ni agricultura, comercio é industria, etc., ni sobre ninguna corporacion, ni individuos, sinó con ventajas de todas las clases del Estado.* Esto parecerá imposible en atencion á las dificultades que ha presentado, y á las inmensas sumas que se han considerado indispensables para lograr tan grandiosos objetos; pero repetimos aquí que, aplicando tambien á este género de cuestiones el espíritu de invencion ó analítico, me parece haber logrado una nueva combinacion de todos los elementos y recursos que en la actualidad posée el Estado, para que *todos ganen sin que ninguno pierda.* Y al concluir este prólogo, sin dejar la pluma de la mano, con la misma tinta, y el mismo corte de pluma, en prueba de que mi conato no tiene ninguna interrupcion, voy á extender mis idéas, con el fin de presentarlas á S. M. como bases para la resolucion del problema de poner en práctica todo el contenido de esta obra, sin perjuicio de ningun viviente, y mas bien con ventajas conocidas de todo el género humano; y si fuese tan afortunado que lograse persuadir á nuestro amado Soberano, convencer á sus sabios Ministros y demas personas que puedan intervenir en el exámen de las bases que presentaré, y que pueda yo emplear el resto de mis dias cooperando á la realizacion de lo que incluye esta obra, de modo que logre ver los beneficios que de ello han de reportar los Españoles, habrán llegado mis deséos al mayor grado de complemento.

LIBRO SEXTO.

Esplicacion de cuatro métodos diferentes, que tengo escogitados, preferibles á cualesquiera otros medios, para elevar el agua á la altura que convenga, sin limitacion alguna; ya para satisfacer las necesidades urgentes de los pueblos, ya las de la Agricultura, proporcionando agua para el regadío en los terrenos altos, y suministrándola tambien á los establecimientos industriales que carezcan de ella en diversas localidades.

1 En el prólogo de la segunda edicion del tomo 2.° parte 2.ª de mi *Tratado elemental de Matemáticas*, que contiene el *Cálculo Diferencial é Integral*, doy á conocer los motivos, por los cuales soy mas bien pródigo que avaro, cuando se trata de elogiar las producciones de los Autores, y los que tengo para omitir sus nombres cuando han cometido alguna inexactitud ó descuido. Mas ahora me veo precisado, contra mi espresa voluntad, á referir una circunstancia que acaso se podría interpretar á crítica sin serlo en realidad, y que no me es posible omitir; porque conduce á la claridad de lo que vamos á esponer, y puede tambien servir de aviso á los que escriben obras, cuyo objeto sea la utilidad general, para que se atemperen á las necesidades humanas; y sin olvidarse de la sentencia de que *nisi utile est quod agimus stulta est gloria*, procuren establecer sus resultados, de modo que puedan hacerse desde luego aplicaciones en la práctica.

2 En los años de 1818, 1819 y 1820, *Mr. Borgnis* publicó en París una obra sumamente apreciable bajo el título de *Tratado completo de Mecánica aplicada á las Artes*, en ocho volúmenes en 4.° francés. Inmediatamente procuré adquirirla; pues una obra de esta naturaleza es indispensable para los que debían ocuparse en este género de asuntos. En la Real Sociedad Económica Matriten-

se, á que tengo el honor de pertenecer, promovieron varios celosos individuos el que *por suscripcion entre aquellos socios que voluntariamente quisiesen contribuir, se adquiriese un ejemplar para la Biblioteca de la misma Sociedad*, en atencion á que los fondos de la espresada corporacion no eran suficientes para una obra tan costosa. Yo, que tenía ya los tomos publicados, apoyé la idéa, elogiando á los promotores de este pensamiento; y á pesar de que yo la tenía para mi uso, me ofrecí á ser uno de los suscriptores, y dejé soltar esta espresion, de que, sin embargo del título de la obra, *no se contenían en ella ni Mecánica, ni Artes*; pero que no obstante era una preciosa coleccion ó almacen de cuantas máquinas ó inventos se habían discurrido.

3 El mismo Autor confirmó despues mi aserto; pues el último tomo, que dió á luz, fué uno en que se contenía la teoría de la *Mecánica usual.* El objeto, que el Autor se propuso, en dicho tomo noveno, fué el esponer con claridad y sencillez la teoría de la Mecánica, inmediatamente aplicable á las Artes industriales, combinar esta teoría con los resultados de los esperimentos mas acreditados, y desenvolverla metódicamente. En la esposicion de la doctrina, se ha propuesto el Autor, ademas de los principios de Estática, Dinámica, Hidrostática é Hidrodinámica, el esponer la teoría de los motores, la de las resistencias que emanan de los efectos útiles en las máquinas, y tambien la de las resistencias pasivas, es decir, las resistencias que absorven, con absoluta pérdida, mayor ó menor parte de la accion trasmitida. Tambien se ocupa de las partes intermedias de las máquinas que sirven para la trasmision del movimiento á la parte móvil que debe producir el efecto útil, en modificar el movimiento ya en su naturaleza, ya en su direccion, ya en su velocidad, ya en corregir con mas ó ménos perfeccion las irregularidades del movimiento comunicado por el motor, sin olvidarse de tratar y dar algunas nociones sobre el equilibrio de los muros de revestimiento, de los machones y de las bóvedas, con un resúmen de los esperimentos hechos por muchos Sabios para determinar la resistencia de los materiales.

4 Aquí se advierte un cierto trastorno de idéas, que impide el que su obra produzca toda la utilidad de que era susceptible. En efecto, si el mencionado Autor hubiera principiado por esponer los principios de la Mecánica, y despues, en los tomos siguientes, al hablar de cada una de las máquinas en particular, las hubiera analizado con arreglo á dichos principios, manifestando sus ventajas,

sus inconvenientes, y calculando su efecto útil, esta obra hubiera sido de la mas alta importancia; pero, en la actualidad, no siendo mas que un almacen donde se halla todo aglomerado, es necesario que cada uno de por sí haga el exámen comparativo y análisis de todas las máquinas que pueden producir el mismo efecto, para elegir la que mejor le convenga. Y como esta parte es acaso la mas difícil de la Mecánica, dista mucho de poderse suponer al alcance de las personas de medianos conocimientos.

5 Resulta, pues, que, aun suponiendo que se sepa de memoria perfectísimamente el tomo que trata de las *Máquinas hidráulicas*, donde se ponen todas las invenciones que ha habido desde el principio del mundo hasta nuestros dias para elevar el agua, se verá muy apurado un propietario, un agricultor, un fabricante &c. para elegir aquella que sea mas adecuada en las circunstancias locales, y que le produzca mas, con ménos coste de primitiva construccion, y ménos gastos permanentes de conservacion y reparacion.

6 Uno de los medios que hay para elevar el agua á cualquier altura, es el de las bombas; y por eso he insertado lo relativo á ellas, no solo en el tomo 3.° parte 1.ª de mi *Tratado de Matemáticas*, sinó en mi *Compendio de Mecánica práctica*, y en el 2.° tomo de mi *Compendio de Matemáticas*. Y durante mis viages por Francia, Inglaterra y Holanda, he visto por mí mismo, que no me equivoqué en insertar en todas mis obras la espresada teoría, por las inmensas aplicaciones que tienen en los usos domésticos, en todas las Artes, y aun para elevar el agua en gran cantidad, y á considerables alturas para el abastecimiento de los pueblos.

En efecto, en París, en el puente de *Notre-Dame*, por un sistema de bombas que mueve la corriente del rio Sena, que atraviesa por medio de dicha Capital, se eleva el agua en mucha cantidad á una altura de mas de 80 pies, para surtir á diferentes barrios de la ciudad. En otros parages de la misma capital se eleva tambien el agua por el sistema de bombas, pero movidas por el vapor. Y finalmente, el monumento mas grandioso, que he visto sobre este particular, es el establecimiento de *Marly* á unas dos leguas de París, que eleva las aguas del rio Sena hasta una altura de 502 pies franceses, que equivalen á 585 pies españoles; y sirven para el abastecimiento de la hermosa poblacion de Versailles.

Hay en dicho parage dos sistemas de bombas diferentes; [medio] uno sirve de motor la corriente de agua del mismo Sena, por [medio] de una rueda hidráulica, que aunque antigua, no deja de presentar

utilidad, é ingenio; y este sistema solo eleva en el dia unas 52 pulgadas de fontanero, que suministran (§ 338 Lib. 3.°) unos 32 pies cúbicos españoles de agua por minuto. La rueda es de mas de 20 pies de diámetro, sus paletas son planas, así como las del puente de *Notre-Dame* de París; por consiguiente, no son las mas adecuadas, como hemos visto en el libro 5.° Pero lo que sí presenta un objeto de reflexion, es el modo de elevar el agua del rio hasta el parage donde están los cuerpos de bomba. Esta operacion se efectúa del modo siguiente. En la circunferencia de la rueda se presentan unos arcaduces ó cangilones de cobre en forma de espiral, que introduciéndose con la circunferencia de la rueda en el mismo rio, se llenan de agua, y por la particular disposicion de su curvatura, la vierten, á las tres cuartas partes del diámetro vertical de la rueda, en unas especies de artesas, desde las cuales se dirige á unos depósitos prismáticos donde se introducen los tubos de aspiracion de las bombas, que son *atraentes é impelentes* al mismo tiempo, y elevan el agua á la mencionada altura de 502 pies franceses, por tubos de conduccion, que siguen en línea recta por la falda de una colina, que tendrá como unos 30° de inclinacion con el horizonte, hasta el parage donde está el depósito en que los tubos se hallan colocados 70 pies en línea vertical.

El otro sistema de bombas está movido por una máquina de vapor la mejor dispuesta que yo he visto. Eleva en su máximo de fuerza unas 84 pulgadas de fontanero, que equivalen á unos 52 pies cúbicos españoles por minuto.

7 Manifestado ya el sólido fundamento, con que inserté la teoría de las bombas en las tres obras citadas, debo indicar ahora que las espresadas bombas, tan ventajosas en los usos domésticos y en las artes, serían demasiado costosas para los usos de la Agricultura; y como, jamas he perdido de vista la necesidad de proporcionar el regadío en nuestra Península, ha formado una parte muy esencial de mis contínuas meditaciones, el escogitar otros medios, aplicables en grande y con ménos gastos para su plantificacion, construccion y conservacion. Y por fin, he llegado á discurrir y fijar mi consideracion en cuatro métodos diferentes, por cuyo medio se puede elevar el agua á cualquier altura sin limitacion alguna para los usos de la Agricultura, y de todo género de Industria. Estos métodos, aunque ya están conocidos, sin embargo su combinacion, su modificacion, el cálculo de su efecto útil, y sus mejoras y aplicacion á nuestro país, todo es obra mia; y son los siguientes: 1.° *el arie-*

te hidráulico perfeccionado; 2.° *la noria perfeccionada*; 3.° *la bomba de rotacion perfeccionada*; y 4.° *los polders ó puldres perfeccionados*, y combinados con los demas sistemas.

8 Cada uno de estos cuatro métodos será el objeto de un capítulo separado, y en cada uno de estos, darémos á conocer las *noticias históricas*, la descripcion del aparato ó mecanismo, su modo de obrar en cada circunstancia particular, las diferentes formas que puede tener, y su efecto útil; espresando en qué consisten las mejoras que proponemos, respecto de lo que se conoce en el dia, para que se obtengan mayores ventajas.

CAPÍTULO PRIMERO.

Del ariete hidráulico perfeccionado.

9 El *ariete hidráulico* es el que, en mi concepto, merece colocarse en primer lugar, ya por ser en general el aparato, máquina ó mecanismo, cuyo establecimiento, conservacion y reparacion cuesta ménos; ya por ser el mas adecuado para las localidades que presenta la España; y como su invencion es moderna, y por otra parte no se halla todavía suficientemente conocida, ni su teoría, ni su práctica, ni aun está divulgada convenientemente la existencia de un recurso tan poderoso, útil y apreciable, es de la mayor importancia el manifestar cuanto puede conducir á que se conozca, propague y perfeccione, para que llegue á generalizarse tanto como exige su importancia. Por lo cual, dividiré este capítulo en 6 secciones. En la 1.ª daré las noticias históricas relativas á su invencion. En la 2.ª manifestaré las idéas preliminares para comprender la descripcion y modo de obrar del ariete hidráulico, recapitulando lo mas importante que existe impreso acerca de esta materia. En la 3.ª insertaré cuantas noticias he podido adquirir, en mis viages, conferenciando con las personas instruidas y reconociendo los arietes existentes en ejercicio. En la 4.ª manifestaré la formacion de una tabla para conocer la cantidad de agua elevada y perdida segun la fórmula de *Mr. Francisco Montgolfier*; compararé los resultados de dicha fórmula y tabla, con los datos que suministran los arietes existentes; y deduciré por mí otra fórmula y formaré otra tabla, que con mas exactitud suministre los resultados que proporcionan los arietes que se hallan en ejercicio actualmente. En la 5.ª daré á conocer la forma que, en mi concepto, debe tener el ariete perfeccionado con arreglo á los conoci-

mientos del dia. Y en la 6.ª manifestaré las razones por las cuales el ariete hidráulico es el aparato mas conveniente, útil, necesario é importante para las localidades de España.

SECCION PRIMERA.

Noticias históricas.

10 El *ariete hidráulico* es invencion de *Mr. José Montgolfier*; y para manifestar la historia de este descubrimiento importante, juzgamos oportuno insertar aquí lo que refiere el recomendabilísimo *Baron de Gerando*, mi amigo y compañero en la Sociedad que tiene por objeto la *instruccion elemental*, establecida en París, en el escrito cuyo título es "Noticia de *Mr. José Montgolfier*, individuo del Instituto de Francia, de la Legion de Honor, uno de los Directores del Conservatorio de Artes y Oficios, del Juzgado consultivo de Artes y Manufacturas cerca del Ministro del Interior, y del Consejo de Administracion de la Sociedad de Fomento: leido en la Junta general de 11 de mayo de 1814.—Por el Baron de *Gerando*, Secretario de la Sociedad.

»Señores: Hace ya tres años que *Montgolfier* no existe. Siento en gran manera presentaros tan tarde el tributo que yo debía pagar á su memoria entre vosotros: repetidas y prolongadas ausencias han ocasionado esta culpa involuntaria; pero hay hombres cuya pérdida no es necesario sea reciente para sentirse en estremo; esto es un privilegio honroso concedido á la virtud, á una vida útil, en cuyo caso no se debilitan con el tiempo los sentimientos que inspiran. El nombre de *Montgolfier* pertenecerá á la historia; él tenía amigos entre vosotros y siempre tendrémos presente su imágen. Honrado yo mismo con su amistad, como lo fuí con la de nuestro Colega *Conté*, soy llamado por la segunda vez, á dar algun alivio al sentimiento de mi afecto personal, sirviendo de órgano á nuestros comunes homenages: ¡dichoso yo, á lo ménos, si consigo ofreceros, en la vida de los dos, la union de un carácter honrado y puro, digno de estimacion, con el genio fecundo que derramó sobre las artes repetidos beneficios!

»Las particulares relaciones, que tuve con *Montgolfier*, me servirán de escusa, si á presencia vuestra intento presentaros una noticia de su vida y de sus ocupaciones, cuando se ha tratado ya del mismo asunto en el seno de la primera Sociedad sábia de la Europa, por uno de sus mas dignos intérpretes; á los que por sí mis-

mos se han elevado hasta lo sumo, en la carrera de los descubrimientos, pertenece designar el puesto que en ella corresponde á los demas. Con todo eso, en este lugar, en una circunstancia ménos solemne, de la que nuestras instituciones han desterrado todas las fórmulas académicas, podrémos considerar la vida privada de *Montgolfier* como en el seno de una reunion de familia, y vuestro afecto sabrá apreciar la pintura fiel y sencilla de algunos pormenores personales. Aquí tambien podrémos presentar algunas idéas de *Montgolfier* sobre las artes, que no pertenecen al dominio de las ciencias, pero que en vuestras manos adquirirán aplicaciones ó esplanaciones útiles.

»Las dos consideraciones principales, que yo me propongo en esta noticia, están ligadas entre sí mas íntimamente de lo que parece á primera vista. El carácter de *Montgolfier*, su género de vida, sus costumbres, la disposicion de su talento, ejercieron una influencia marcada en sus ocupaciones, y, al delinear su retrato á sus amigos, esplicarémos tambien en parte á sus émulos el principio de sus descubrimientos.

11 »*Primera parte.* Los rasgos dominantes del carácter de *Montgolfier* eran una indiferencia tan absoluta por todo lo que generalmente escita de ordinario las pasiones de los hombres, que podía pasar, á la vista del mundo, por una dejadez apática; un celo tan desinteresado por los progresos de las artes útiles, que ni aun le permitió aplicar á ellas aquel espíritu de propiedad que nos hace celosos del honor de nuestros descubrimientos; una especie de singularidad en sus costumbres, hija de una hombría de bien casi estraña á nuestros hábitos; en fin, una fuerza de meditacion que le permitía concebir y coordinar en su cabeza los trabajos mas estensos, que daba un giro particular á todas sus idéas, y que, concentrando todas sus facultades en el conato que crea las combinaciones, le dejaba regularmente poca facilidad para reasumirlas y dar cuenta de ellas, como si, no tomando nada prestado de lo esterior, nada pudiese restituir del mismo modo al comercio esterior.

»En su adolescencia, él solo cuidó de su educacion; en su juventud, una especie de instinto dirigió sus estudios; en toda su vida, no debió nada mas que á sí mismo. Ya era célebre, cuando aun no soñaba el ser conocido. Demasiado indiferente á la gloria, no hizo caso de completar ó presentar resultados que le podían dar nuevos títulos para obtenerla. Aislado del mundo bajo cierto aspecto, escepto bajo la relacion de sus afectos privados, vivió casi esclusiva-

mente con su pensamiento. Era singular por su sencillez, y original sin saberlo. Su esterior podía causar una especie de sorpresa á los hombres superficiales que llegaban á saber su mérito; pero las habitudes de su vida descubrían el principio de este mérito en sí mismo á los que saben las vias secretas por las que se forma y eleva el genio.

»Tuvo en la carrera de las artes útiles, si se me permite esta comparacion, algo del carácter que *Montaigne* manifestó en la de la Filosofía, y *La Fontaine* en la de las Letras.

»Nació *Montgolfier* el 26 de agosto de 1740 en Vidalou-les-Annonay, de una familia en que reinaban las costumbres patriarcales de que él mismo, por su parte, dió despues el ejemplo; y en que toda la vida se dedicaba al trabajo. La célebre fábrica de papel de su padre llamó desde luego su atencion sobre las combinaciones de la industria. Puesto en el colegio de Tournon, se disgustó pronto, á pesar de los cuidados de los apreciables gefes de una escuela justamente celebrada, de un estudio metódico al que se oponía la independencia de su carácter, y puede ser tambien la dejadez que le era natural. Perecía desde entónces, que nada podía aprender segun el método de enseñanza comun á los demas hombres. A la edad de doce á trece años se escapó, con ánimo de pasar á las orillas del Mediterráneo, prometiéndose vivir allí de mariscos. Marcha á pie atravesando á nado los rios, durmiendo al raso, dirigiéndose por medio de los campos segun la situacion del sol; pero bien pronto se agota el capital de nuestro viagero, el hambre le obliga á detenerse en una alquería del Bajo-Languedoc: nuestro escolar se ofrece á coger hoja para los gusanos de seda, prometiéndose adquirir bien pronto un tesoro suficiente á sus necesidades; sábelo su familia; le hacen volver á la casa paterna, ménos disgustado por los trabajos, que satisfecho de haber ensayado cómo puede adquirir el hombre su independencia por medio del trabajo. Entrado de nuevo en el colegio, continuó sus estudios principiados, lo cual aumentó su disgusto; una obra elemental de aritmética que le presenta un chalan de libros, escita su entusiasmo, la compra á precio de todo lo que posée, la devora: despues, viéndose sin quien le dirija, impaciente de seguir la cadena inmensa, cuyo primer eslabon tiene ya en su mano, se crea para sí mismo un método de cálculo absolutamente intelectual; método que ha empleado esclusivamente toda su vida, y con cuyo auxilio ha resuelto hasta los problemas de la Geometría trascendente.

»Triunfa el impulso de la naturaleza. *Montgolfier* deja el colegio y vuelve á su pueblo, donde se rodéa de algunas obras de Química y de Física; algunas veces se halla importunado por las distracciones; y como si se creyese engolfado en el gran mundo, deserta por segunda vez, se retira á San Esteban de Forez, á una pequeña habitacion; allí vive de lo que le produce la pesca; se entrega libremente á sus meditaciones; ensaya esperimentos de invencion propia; fabrica el azul de Prusia, y diferentes sales empleadas en las artes. Las aldéas del Vivarais se acuerdan aun de haberle visto acarrear los productos, que él mismo habia creado en su solitario taller, donde usaba de sencillas vasijas de tierra para los aparatos de sus trabajos químicos.

»Con todo, la fama de los Sabios, cuyos trabajos se reunían en París, llegó á sus oidos; deseaba verlos, oirlos, adquirir conocimientos de hecho, á los que no puede suplir la sola meditacion. Se traslada á la Capital como á una grande y nueva escuela. Se hallaba, como podeis presumir, sin el mas mínimo principio de relaciones, y sin cartas de recomendacion para nadie. Se va al café de Procope, allí es donde puede satisfacer sus deséos sin empeñarse en relaciones de Sociedad. Con todo, algunos de aquellos hombres distinguidos á quienes escuchaba con ansia, pero de quien él no creía ser observado, vislumbraron desde luego en él, bajo un esterior tímido y aspecto ordinario, el gérmen de un talento notable, y concibieron de él una estimacion, de que él mismo estaba muy distante de creerse digno.

»Nuestro colega tuvo que ceder su gusto á su obligacion. Llamado á casa de su padre para ayudarle en la direccion de la fábrica de papel, pasó allá con nuevas idéas; quiso hacer mejoras en aquella; pero hallando mil obstáculos para introducirlas en un establecimiento gobernado por tradiciones convertidas en reglas absolutas, deseó poder satisfacer, en un campo mas libre, la necesidad de crear, de que, en algun modo, se hallaba atormentado. Hizo compañía con uno de sus hermanos para establecer nuevas manufacturas en Voiron y en Beaujeu; allí pudo dar vuelo á sus combinaciones. Con todo, ménos ocupado de sus propios intereses, que de los progresos del arte, si concibió con talento, no siempre especuló con fruto; no porque jamas errase en sus cálculos, no porque se empeñase, con aquella imprevision demasiado comun á los artistas de nuestros dias, en operaciones sin tener en consideracion todas sus dificultades é incidentes, sinó porque los gastos de un es-

perimento nuevo absorvían muchas veces los productos de los resultados debidos á los precedentes (1). Sufrió reveses, privaciones, y fué tambien (como lo habeis visto) perseguido, encarcelado, por demanda no de un acreedor, sinó de un deudor, y por efecto mas bien de su bondad, que de su imprudencia. Yo le conocí en aquella época de su vida; yo le he visto con tanta serenidad y calma en semejante situacion, como cuando despues le tributó todo el mundo sus aplausos. Su alma era, naturalmente y sin violencia, superior á las vicisitudes de la fortuna. Las habitudes de su vida le libertaban de la mayor parte de las necesidades á que se hallan sujetos los demas hombres: hacía frente á las adversidades mas bien con su indiferencia que con su valor; no se vió hombre tan constantemente igual. La inalterable tranquilidad, de que le vimos dotado, provenía, si me es permitido decirlo así, de una especie dé inocencia de corazon que conservó toda su vida; que no tanto era fruto de un imperio heróico sobre sus pasiones, cuanto de una feliz direccion de su natural, que no le permitía elevar su vuelo.

»Es ciertamente muy estraordinario, que este hombre, cuya modestia llegaba hasta el estremo de un total olvido de sí mismo: este hombre, hasta entónces oscuro y que se hallaba contento en su oscuridad, fué precisamente el que en un momento pasó á ser el objeto de una especie de entusiasmo público por efecto del descubrimiento, único acaso en la historia de las artes, que pudo escitar aquel trasporte en la multitud. La fama le sacó de su vida *medio-salvage*, y le presenta, á pesar suyo, á la espectativa de toda la Europa. Muchos de vosotros le visteis, cuando la invencion de los globos aereostáticos difundió su nombre por todas partes, conservar siempre la misma sencillez, no esperimentar emocion alguna y casi no echar de ver que él era el objeto del entusiasmo general. Cedió á su hermano todo el honor de su descubrimiento, sin pensar siquiera que en ello hacía un sacrificio, y no procuró para sí la mas mínima ventaja. Sobrevino la revolucion; y la popularidad, de que gozaba su nombre, parecía abrirle la carrera de la ambicion; pero exento de todo cargo público, continuó en el retiro sus meditaciones silenciosas. Yo me engaño; no permaneció ocioso, el interés, debido á la desgracia pudo únicamente distraerle; empleó sus cuidados y

(1) Su desinterés estremo se manifiesta particularmente en sus arreglos de las cuentas con la compañía: se suscitaban vivas discusiones para saber á quien pertenecería tal ó tal parte de las utilidades...... ......él siempre hallaba la suya exorbitante.

valor en salvar víctimas. Cuando á crueles calamidades sucedieron esperanzas lisongeras, se anunció un gobierno regenerador, cuyas miradas buscaban el mérito por todas partes, y su mano premiaba los hombres cuyos trabajos honraron las ciencias y las artes, *Montgolfier* no pensó que podía aspirar á ser de aquel número. Sin saberlo él y sin pretenderlo, un Ministro que nunca perdió la ocasion de hacer una buena accion, ni de recompensar al hombre de mérito, le llamó á los dos cargos que aun ejercía al tiempo de su muerte. Vosotros le visteis no atreverse á ir á recibir en público la condecoracion de la legion de honor, y admirarse de que le honrasen con ella; vosotros habeis visto que solo él dudaba de sus méritos, cuando fué llamado al seno del Instituto de Francia; vosotros, en fin, le visteis en aquel dia memorable en que el primer Cónsul decretaba en la Tullerías los premios á la industria, ocultarse confuso y tímido, guardar silencio, cuando el Gefe del Estado recordando su nombre, preguntó si *Montgolfier* vivía todavía. Se creyó que *Montgolfier* iba á recibir brillantes recompensas, pero quedó olvidado, y él fué el único á quien esto no causó admiracion alguna.

»*Montgolfier* pasó los últimos dias de su vida en el ejercicio de funciones útiles y propias de su gusto, condecorado con distinciones merecidas, en el seno de una medianía, conforme á su carácter, sin haber por otra parte adquirido, para su bien estar, ni aun haberlo procurado, fruto alguno de una carrera laboriosa. Su interior fué el santuario de la confianza y de la paz. Unido á una esposa respetable, que había escogido en el seno de su familia, y que se encargó de velar por él sobre los intereses domésticos, halló en ella una de aquellas almas sencillas y puras que gozan en el olvido de sí mismas, y *le dió cuarenta años de felicidad, sin causarle jamas un instante de pesar*: halló en su hijo un discípulo deseoso de segundar sus idéas, aplicado á realizarlas, heredero de sus ejemplos como de su nombre. Bajó lentamente y sin susto al sepulcro; su muerte fué tranquila como su vida, y su venerable frente anunciaba, en su última hora, el reposo de la virtud.

»Aunque la suerte no le fué jamas propicia, presentó durante su carrera el espectáculo tan agradable como raro, de un hombre contento. Jamas se vió persona mas exenta de aquella agitacion inquieta, especie de enfermedad moral, de fiebre oculta, irregular en su continuacion, cuyo contagio parece se apodera de nuestra edad, que extravía con mucha frecuencia el talento, hace abortar las producciones con la impaciencia de producir, perturba el éxito por te-

mor de las rivalidades, da á la ciencia un viso de carácter venal haciéndola esclava de la ambicion, desordena las idéas y los juicios, é indispone entre sí á hombres llamados á vivir unidos. Así que, al lado de este hombre honrado y pacífico, se esperimentaba una especie de comodidad, que daba á su compañía no sé que gracia atractiva y secreta; tenía, aunque muchas personas no lo han sospechado siquiera, mucha delicadeza en las idéas; pero tanta rectitud en el corazon, que léjos de alterar la sencillez que le era propia, le daba mayor realce. Hubiera manejado muy bien la sátira, si hubiera tenido un poco de malicia; pero me atrevo y me complazco en decir que *Montgolfier* era verdaderamente un *buen hombre*, aunque la corrupcion y el carácter frívolo se empeñen en ridiculizar semejante denominacion, y en hacer que prevalezca en el mundo un dicterio que no merece; y tengo la confianza de que seréis de mi dictámen, cuando tributo honor á un género de carácter que en otro tiempo distinguía nuestras costumbres, que apreciaban nuestros abuelos, que en el dia tiene mas mérito por lo mismo que casi ha desaparecido, que sostiene la seguridad en el comercio de la vida, que es el antídoto del mayor veneno en las cosas humanas, á saber: la vanidad; y que, por último, produce el primero de los resultados en el trato humano, que es el hacerse amar sin pretenderlo.

»Y en efecto ¿qué otra cosa es la hombría de bien, sinó la reunion de un candor perfecto, de una constante serenidad, efecto de aquel, de una sinceridad que casi toca en abandono, de una rectitud que no da entrada á la desconfianza en el corazon, de una sencillez que jamas se alteró por el mas mínimo acceso de amor propio? La hombría de bien tiene una gracia que le es particular, un atractivo inagotable, y aun estaba por decir, una especie de juventud y de virginidad moral que jamas se marchita. Si ella no es en sí el mérito, es como el trasparente por donde se deja ver y brillar; si no es la virtud misma que se ejerce en el órden de los sentimientos y de las acciones, ella es, á lo ménos, como una imágen sensible de la virtud, que la naturaleza se complace en reproducir en el esterior del hombre de bien y en el curso de la vida.

»Esta cualidad no se obtiene, pero se conserva; ella se conserva por la paz del alma y por hallarse felizmente libre de todo lo que pueda perturbarla; y he aquí porque es por lo comun propia de hombres habitualmente preocupados por fuertes conceptos; he aquí porque está ordirariamente acompañada de lo que llamamos *la distraccion*, y que, por el contrario, no es otra cosa que la imposibi-

lidad de distraerse de las cosas serias por cosas frívolas. Esta *distraccion*, puesto que así se llama, la poseía *Montgolfier* en el mas alto grado, sin que advirtiese ningun movimiento ó ruido á su alrededor. Atravesando las calles mas concurridas de la Capital, yendo por la de San Martin al Ministerio de lo interior, se entregaba á las mas profundas meditaciones. Como sus miradas no se dirigian á las cosas del mundo, tambien su memoria rehusaba cargarse de ellas; y muchos de vosotros habeis advertido, por ejemplo, que jamas pudo conseguir retener el nombre de la ciudad de Versalles. Cuando se entregaba á una ilacion de idéas, la seguía esclusivamente por espacio de muchos dias y semanas enteras sin interrupcion y sin pensar en otra cosa. Se le vió salir de París para ir á visitar una fábrica en que tenía interés, proponerse un problema en el camino, no abandonarle, y volver despues de quince dias sin haber visto nada de lo que formó el objeto de su viaje. Se le vió, despues de muchas horas de una meditacion profunda, durante la cual estaba silencioso, é inmóvil, desmayarse de repente como debilitado por un esfuerzo interior. Leía poco, no escribía ni aun sus cálculos; tenía en la cabeza gran número de fórmulas prontas á su disposicion y en las que se hallaban los hechos colocados con órden. Me dijo que le gustaba mucho tener precision de esperar en una antesala ó en una puerta, porque entónces era cuando reflexionaba con mas fruto; y en efecto en una de las puertas del Louvre, donde se sentó por descuido, creyendo se hallaba en la entrada de las sesiones del Instituto, y donde por olvido se estuvo medio dia, fué donde completó su descubrimiento del *ariete hidráulico*. No gustaba del Álgebra, decía ser una especie de medio espeso y denso que se interpone entre el entendimiento y la luz de las idéas. «No conozco, decia, mas que un solo medio de aprender una ciencia; á saber, crearla." En efecto, de este modo lo había aprendido él todo.

Cuando *Bufon* dijo: que el genio no es otra cosa que la paciencia, ha confundido al mismo genio con una de las condiciones necesarias á sus progresos. Para que una fuerza produzca el efecto, que puede esperarse, es preciso que aquella se aplique constante y plenamente; pero esta continuacion de fuerza no es la fuerza en sí misma; por el contrario, la supone. El ejemplo de *Montgolfier* nos enseña todo aquello de que es capaz una grande energía de reflexion, desenvuelta con perseverancia, y privada de casi todo auxilio esterior en las aplicaciones de las ciencias á las artes útiles, esto es, en una de las carreras donde méros se ejercita por lo comun el po-

der del espíritu que medita; él nos enseña que el saber, en ningun género, no basta para la invencion; que es preciso haberse apropiado los conocimientos para poder hacer uso de ellos; que el silencio es el maestro principal, y la soledad la primera de las escuelas; que las nociones adquiridas son instrumentos estériles sin una potencia motriz que las sepa poner en actividad. La marcha de su talento le condujo á componerse una clase de Metafísica de las Artes que por lo comun solo él la entendía. A mas de esto, notemos bien, que los ejemplos de los hombres superiores no son buenos para imitados en toda su estension, sinó por hombres dotados tambien de facultades semejantes. Guardémonos de dar alas á la presuncion, que se desdeña del estudio; á la vanagloria, que crée trazar nuevas rutas, porque se separa de las conocidas; á la *semi. ciencia*, que presenta acertijos por descubrimientos; á los sueños vagos, á los conceptos incompletos, que, por falta de instruccion sólida, multiplican ya demasiado entre nosotros el enjambre de hombres proyectistas. Debemos confesar que *Montgolfier* descuidó mucho la cultura de su entendimiento, que reconcentrado en sí esclusivamente, y satisfecho de una especie de contemplacion abstracta é intelectual de las idéas á que se había elevado, cuidó muy poco de difundirlas en la sociedad. No gustaba de redactar, era preciso, por lo comun, que acudiese otro á su auxilio, para dar cuenta de sus pensamientos; este traductor debía algunas veces adivinarlos, mas bien que apoderarse de ellos en medio de digresiones sucesivas en que se empeñaba en su conversacion. Hago estas observaciones, porque nos esplican las causas que nos han privado de un gran número de trabajos de nuestro colega, y que le impidieron llevar otros muchos al mayor grado de perfeccion. Creía tenerlo todo hecho cuando lo había ideado; mas tambien aquí hallaréis, Señores, una consecuencia, y tal vez una exageracion de aquel desinterés absoluto que era el rasgo mas dominante de su carácter.

12 »*Segunda parte*. Yo creo que no se ha sabido el primer motivo que le condujo al descubrimiento de los globos aerostáticos, ni la ocasion de que provino. Haré la narracion tal como la sé por el mismo *Montgolfier*. Hallábase en Avignon cuando los ejércitos combinados proyectaban el sitio de Gibraltar. Solo, en el rincon de su chimenéa, meditando segun su costumbre, consideraba atentamente una especie de estampa que representaba los trabajos del sitio; se impacientaba de ver que era imposible llegar á las obras de la plaza ni por tierra, ni por agua. «Pero á lo ménos ¿no se podría lle-

»gar allá al través de los aires? el humo se eleva en la chimenéa, »¿por qué no podría almacenarse este humo y formar con él una »fuerza disponible?" Su espíritu calcula al punto el peso de una superficie dada de papel ó de tafetan, la dilatacion del aire y la espansion del calórico, la presion correspondiente de la columna de aire libre. Suplica á la señorita, en cuya casa se hallaba alojado, le proporcione algunas varas de tafetan viejo, construye sin dilacion su pequeño globo, y le ve elevarse del suelo con gran sorpresa de su huéspeda, y por su parte con una alegría singular. Escribe al instante á su hermano Esteban, que se hallaba entónces en Annonay (1). «Prepara al instante buena provision de tafetan, de cuer»das, y verás una de las cosas mas admirables del mundo."

»Señores, nos acordamos aun del efecto que produjo en el público, cuando principió á estenderse la noticia de la existencia de un mecanismo con el que se podía uno elevar en los aires como quisiese y sin peligro. Exalta las imaginaciones, conmuévese la Capital y las provincias; quiere repetirse el ensayo á porfía, constrúyense globos á toda prisa; un pueblo inmenso se coloca al rededor del anfiteatro donde se halla el aparato; hombres distinguidos por sus luces y por su rango se disputan el honor de embarcarse en la navecilla aérea; miles de espectadores observan con atencion como se infla el globo: su balancéo, su partida, saludan con gritos de alegría su ascenso magestuoso, y siguen con ansiosa curiosidad su marcha al seno de las nubes. Esta es la vez primera que un esperimento de Física viene á ser, para la multitud, un verdadero espectáculo, y adquiere todo el brillo de una fiesta popular.

»Todavía fué mayor el interés escitado en Lion al ver comparecer al modesto inventor saliendo de su retiro donde vivía ignorado, y elevarse él mismo con el globo construido por sus manos.

»Si *Montgolfier* salió esta vez de su oscuridad, fué porque no quiso dejar á nadie el mérito de ensayar aquel nuevo arte, en el momento en que el ensayo parecía exigir no solamente valor, sinó tambien alguna audacia. Seguramente, pocos descubrimientos han mostrado de una manera tan palpable á los ojos de la misma ignorancia, el poder que el genio del hombre ejerce sobre las fuerzas de la naturaleza. El orígen de la navegacion por los rios y los mares se pierde en el orígen de las sociedades; la navegacion aérea, aunque de principio tan sencillo, no comenzó hasta fines del último siglo:

(1) La carta existe aun, y se presentó al Instituto con motivo del nombramiento de *José*.

sin embargo, léjos de exagerar *Montgolfier* el mérito real de esta invencion, le hemos oido manifestar sorpresa de que hubiese llamado la atencion de un modo muy superior á su verdadera importancia, por lo ménos en el actual estado de cosas. Sabía que, entre los progresos de las ciencias, no siempre los mas notables son los mas difíciles de obtener, sinó los mas adecuados para llamar la atencion del vulgo; y en efecto ¿qué cosa mas propia para exaltar aquella, que la creacion de este arte nuevo que parece poner bajo el poder del hombre un dominio inmenso, el único que hasta entónces no se hallaba sujeto á su imperio? *Montgolfier* se quejaba de que se apreciase aquella invencion, ántes de juzgar hasta qué punto podía ser útil; y aunque él mismo concibió diversas aplicaciones á las que esperaba se prestase, sentía no vislumbrar aun en ella resultados y consecuencias bastante fructuosas. «Es un instrumento mas, decía; » lo que importa ahora es poder servirse de él." Sin embargo; debió lisongearse de su invencion, cuando *MMrs. Biot* y *Gay-Lussac* se sirvieron de ella en su ascension del año de 1805, para esperimentos tan nuevos como atrevidos: ¡observacion gloriosísima para las Ciencias! Estos son los viageros que, conducidos por sus notables inspiraciones en todos los climas y en todas direcciones, llevaron á lo mas alto y lejano los pasos del hombre hácia las regiones ignoradas; y sus generosos derroteros han escedido en perseverancia y en audacia las empresas de la codicia y de la ambicion. *Montgolfier* conocía que la utilidad de los globos dependía principalmente de los medios propios para dirigirlos; pero muchas veces manifestó que esperaba poco de los repetidos esfuerzos ensayados para conseguirlo. Le parecía que la masa del aire ofrecía poca resistencia en comparacion del impulso de los vientos: y «el volúmen del globo, añadía, pre» senta demasiado cuerpo á estos para poder causar una descomposi» cion de movimiento, cuyos efectos sean sensibles. A medida que » uno se eleva, crece la dificultad. No puede compararse este globo al » navío cuyo cuerpo nada en un medio muy denso, al paso que su ve» lámen recibe, á su arbitrio, mas ó ménos viento; no puede compa» rarse al ave que se mueve ciertamente, en un medio único y homo» géneo, pero que halla en sus alas, una palanca capaz de cortar una » masa de aire mas considerable, que la que desaloja el volúmen de » su cuerpo, volúmen cuyo efecto se disminuye ademas en el vuelo por » la forma del ave y la flexibilidad de su plumage: en fin, no se puede » por razones de analogía comparar al pez, que, dotado de una pa» lanca del mismo género, se mueve en un fluido mas tranquilo, y

» que puede mantener mejor aun el eje de su cuerpo prolongado » en la direccion de su movimiento. Para hacer seguir al globo una » diagonal, que declinase sensiblemente de la direccion del viento, » serían necesarias alas ó nadaderas inmensas con relacion á su propio » volúmen, y estos agregados aumentarían mucho el peso de la má- » quina, y exigirían una fuerza motriz demasiado considerable en su » centro." Sin embargo, no descuidó investigar las combinaciones mas propias para intentar un ensayo útil; ideó dar al globo la figura de una *lenteja* muy chata, sostenida por un anillo elíptico sólido, pero ligero y de madera, hueco y dispuesto horizontalmente. En este anillo estaban fijas las cuerdas que sostenían la navecilla, y que por consiguiente llevaban el lastre del navío aereo. Así que, todo el tiempo que las cuerdas estaban estendidas con igualdad, el globo se sostenía en su natural posicion, y su ascenso ó su caida en tiempo de calma seguía una línea vertical; pero si el viagero tiraba hácia sí algunas de las cuerdas sin acortar las otras, la gran *lenteja* se inclinaba hácia su centro de gravedad; en cuyo caso presentaba un plano al viento, como la vela de un navío; un pequeño timon le impedía dar vueltas sobre sí mismo y determinaba de este modo la direccion de la marcha (1). Hizo mas para realizar, á pesar de los grandes gastos necesarios, un proyecto, sobre que había meditado mucho: á saber, el de un globo de dimensiones muy grandes; el que había construido tenía 270 pies de diámetro, y podía levantar mil y doscientos hombres con armas y bagages: gastó 40U000 francos, pero no se le presentó ocasion de servirse de él. Ofreció cederle al Gobierno gratuitamente para que sirviese al uso indicado. En fin, había trazado el plan de un aerostático del mayor volúmen posible; había calculado su estension, sus límites, su fuerza. El objeto de estas investigaciones era hacer inútiles los sitios de las plazas, y obtener resultados mas seguros con ménos efusion de sangre. Así, sus últimas combinaciones le mantenían en el mismo pensamiento que desde un principio le indujo á este problema.

» La primera idéa, el primer uso de los paracaidas se debe igualmente á *José Montgolfier*; y debemos reclamar esta prioridad por el interés de su memoria con tanta mas razon, cuanto él nunca lo hizo. En Avignon se hicieron esperimentos públicos ántes que en París. Aquellos se efectuaron á presencia del Vice-Legado, y en union

(1) *Montgolfier* ha ejecutado este proyecto en pequeño, tanto para la direccion de los balones como para la de los aereostáticos. Tambien dió principio á otro ensayo en grande, cuyas piezas aun existen.

con *Mr. de Brante*, que aun vive. Fué arrojado un carnero desde lo alto de la torre de Palacio, y recibido muchas veces sin daño alguno por el pueblo allí reunido. Los primeros globos que echaron los dos hermanos en Vivarais llevaban este aparato; y despues, cuando José trazaba los medios de dirigir los aerostáticos, los aplicó inmediatamente á los paracaidas.

»Despues de haber ensayado sus primeros esperimentos sobre el aire atmosférico, sujetando un gas mas ligero que él, nuestro colega se entregó con el mayor ardor y con las mayores esperanzas al empléo de la potencia del agua. La necesidad de elevar este líquido en los cilindros de la fábrica de papel de Voiron, fué la primera causa de sus investigaciones. En general, hacía poco mérito de nuestras máquinas movidas por ruedas hidráulicas; había valuado exactamente los efectos de muchas de ellas, y la pérdida de fuerzas que esperimentaban; había imaginado otras muchas bajo principios nuevos; calculaba que la ménos imperfecta disipa por el rozamiento y demas pérdidas la mayor parte de la potencia. Deseaba poder hacer obrar su motor lo mas inmediatamente que fuese posible; y he aquí sobre poco mas ó ménos cual fué la marcha de sus idéas: el surtidor en el primer instante en que se pone en movimiento por la abertura de la llave, sube al principio á una altura mucho mayor que aquella en que se conserva despues, mayor que la señalada por el nivel del depósito; luego si se pudiera sostener la primera columna de agua en el punto donde alcanza, y renovar aquel primer impulso tan enérgico, en lugar de abandonar á él mismo el surtidor, se elevaría realmente el fluido á un punto mas alto que el de su nivel en el depósito. Concibamos, pues, una especie de *sifon* en el cual el brazo por donde sale el agua representa el surtidor de que se trata; coloquemos en él una válvula que sostenga el agua que ha lanzado, despues de haberla dado paso; renovando alternativamente el choque producido por este impulso, obtendrémos mas que el nivel, unirémos á él todo el efecto del movimiento adquirido cada vez por la aceleracion de la caida, y comunicado en el último momento de esta caida á la columna que se trata de elevar. Dió á esta máquina el nombre de *ariete hidráulico*: porque debía su potencia, no á la presion tranquila que se efectúa en los tubos libres por el equilibrio de las columnas puestas en comunicacion, sinó al choque que produce, y á la repeticion del juego de esta especie de martillo.

»En 1792 se construyó el primer *ariete hidráulico* en el moli-

no de papel de Voiron. Hallándose despues *Montgolfier* en París, se dedicó á perfeccionar la ejecucion de su aparato, y á determinar las circunstancias en que podía aplicarse aquel con ventaja positiva. Aunque este descubrimiento fuese muy superior por su mérito é importancia al primero, no solo no hizo el mismo ruido, sinó que aun no tubo un éxito rápido, ni general. La preocupacion había dado un carácter absoluto á aquel principio de hidráulica por el cual un fluido se mantiene siempre en el mismo nivel en los tubos que se comunican, estendiéndole á todos los casos posibles; y no podía admitirse, que la accion de una columna fuese suficiente para elevar otra á mayor altura. Hasta los Sabios tienen tambien algunas veces sus preocupaciones; los hay que, al fin de su carrera, quieren trazar el círculo de Popilio * al rededor del recinto en que vivieron. La po-

* *Cayo Popilio*, de la ilustre familia de este nombre, que dió muchos grandes hombres á Roma, fué enviado cerca de Antioco Rey de Siria para impedirle atacar á Ptolomeo Rey de Egipto y aliado del pueblo Romano. El Monarca Sirio procuraba eludir con destreza lo que exigian los Romanos: mas *Popilio*, conociendo su intencion, trazó al rededor de Antioco un círculo con su baston; le intimó que no saliese del círculo sin darle una respuesta decisiva ó de paz ó de guerra. Esta accion intimidó de tal modo al Rey de Siria, que renunció á su proyecto el año 164 ántes de la Era Cristiana. Y para dar á conocer la mucha delicadeza de Mr. de Grando, y la oportunidad y exactitud de cuanto dice, basta recordar, que para examinar los efectos del *ariete hidráulico* en París, se nombró una comision, de la que fué individuo el *Abate Bossut*. Este Sabio, á quien hemos hecho en nuestro resúmen histórico todo el honor debido, era entónces, como suele decirse, el *gallito* en materias hidráulicas; pero procedió con demasiada ligereza y precipitacion, declarándose contra el invento de *Montgolfier*, ántes de observar sus efectos. *Bossut* ya estaba en el último periodo de su vida; y el haber desempeñado con el mayor brillo la carrera de Profesor; el haber llegado á ser individuo de la Sociedad mas sabia de su tiempo, y el ser Abate, que entónces formaba una clase de mucho influjo en la Sociedad, fueron motivos sin duda que le deslumbraron, en tales términos, que, á pesar de su distinguido mérito, ya por su avanzada edad, ya por preocupaciones, ó ya por amor propio mal entendido, el hecho es que, ántes de examinar el invento de *Montgolfier*, manifestó su opinion de que *era imposible que produjese ningun efecto*. Daba por razon, *es bueno que yo con tantos años de Profesor, en mi larga carrera, y con los esperimentos que he practicado, no he podido elevar el agua ni una sola línea mas arriba de su nivel, y vendrá ahora un cualquiera y la elevará mas &c.*

Mr. Bossut, propaló este parecer, como hemos dicho, precipitadamente; y el dia del exámen del ariete se burlaba en público del inventor y del invento. Al ir á poner en movimiento el ariete, *Mr. Francisco Montgolfier*, hijo del inventor, se acercó á *Mr. Bossut* para advertirle que iba á principiar el juego del ariete, que se separase, porque el agua que iba á caer, le mojaría. *Mr. Bossut*, entónces preguntó á *Mr. Montgolfier* hijo, *cual era el parage donde había mas ries-*

sibilidad del descubrimiento encontró desde luego algunas contradicciones. Cuando despues triunfó la evidencia de los hechos, se suscitaron dudas acerca de las aplicaciones. En efecto, no todas las corrientes de agua presentan la misma ventaja al mecanismo del ariete hidráulico; por lo comun no puede establecerse con éxito en los rios de corriente débil; siempre exige que el volúmen de agua destinado á darle movimiento se reciba por entero en un tubo cuyas proporciones son necesariamente limitadas: aun no se habían fijado todas estas condiciones con una precision rigorosa; debió pues haber ensayos infructuosos. Por otra parte, el entendimiento humano no gusta de restricciones, quiere una generalidad absoluta en la aplicacion de los principios que se le ofrecen; se irrita al ver que no se prestan igualmente á todas las hipótesis. Así, el ariete hidráulico tuvo mejor éxito en las provincias distantes, y aun en el estrangero, que al rededor de su inventor; pero este éxito, por haber sido lento, será mas duradero; y aunque nuestro colega hubiese dejado algo por hacer en la ejecucion de este aparato, no por eso es ménos cierto el que ha resuelto uno de los problemas mas asombrosos de la hidráulica, suministrando el medio de levantar el agua á una altura indeterminada con una caida determinada, y de convertir un surtidor, hasta entónces inútil, en un principio motor de fecundidad maravillosa.

» *Montgolfier* procuró manejar bajo las mismas idéas un tercer agente, á saber, el fuego: concibió el proyecto de un aparato que tuviese por motor inmediato la espansion del calórico combinado con el principio de la potencia adquirida por la caida, al que dió el nombre de *pyrobelier*. Pensaba que su uso sería veinte veces mas económico que el de las bombas de vapor conocidas en el dia. Creía conseguir, con la combustion de dos libras de carbon, el trabajo diario de un hombre; hizo muchos ensayos que presentaron multiplicadas variaciones; gastó en ellos sumas de consideracion; en los úl-

---

go de calarse, y habiéndoselo dicho, se puso en él *Mr. Bossut*, y principió á ejecutar las acciones mas descompuestas de *payaso*, burlándose de todo, cuando de repente principió á caer agua sobre dicho Profesor; le caló sus grandes bucles empolvados, su vestido, y capilla de Abate, quedando avergonzado del modo mas atroz. Y era tal su obcecacion, que aun despues de estar hecho una sopa, no creía todavía en el invento; pues trató de arañar las paredes, juzgando que el agua que le había mojado, no era la que levantaba el ariete, sinó que se había dirigido allí con malicia por algun conducto secreto. Esto manifiesta con cuanta circunspeccion debe uno proceder al examinar las invenciones nuevas, para no sofocar en su orígen los mas felices é importantes descubrimientos.

timos años de su vida, le dominó constantemente esta idéa. No obstante, tuvo el disgusto de no poder perfeccionar un descubrimiento y obtener una ejecucion que le fuese completamente satisfactoria. Quejábase de que la teoría del fuego no estaba aun bastante adelantada para fijar el justo límite de este agente abandonado á sí mismo, y establecer tambien la debida proporcion entre el empléo de tal ó tal cantidad de combustible, y una determinada accion mecánica. Contra su costumbre, dejó sobre este punto algunas notas escritas que servirán para descubrir el giro de sus idéas, á lo que su hijo se dedicó con ardor. Los nuevos progresos que ha hecho de poco tiempo á esta parte la teoría del calor, debidos á los trabajos de los Sabios, favorecerán sus esfuerzos, y nos pondrán tal vez á tiro de juzgar en su desarrollo, de las idéas sobre que *Montgolfier* concibió grandes esperanzas.

»El vacío, que ha proporcionado á la Física una carrera tan brillante de esperimentos, se presentó á la imaginacion de *Montgolfier* como un agente aplicable á las artes; le empleó en la destilacion y en la desecacion.

»En los *Anales de Artes y Manufacturas* se describe el método que siguió en el uso y aplicacion de aquel agente, que él aplicó al *polytipage*, por un procedimiento que imaginó de muy jóven, y que despues perfeccionó mucho; sus planchas estaban tiradas de media línea de espesor.

»Se halla tambien en los *Anales de Artes y Manufacturas* la descripcion del *calorímetro*; instrumento que inventó en Voiron, por insinuacion de las autoridades locales para determinar la calidad de las diferentes turbas del Delfinado. Muchos operarios de la Capital empleaban con ventaja el método que él había indicado para laminar el plomo y demas metales, por medio del calórico en el mas alto grado, con la mayor facilidad y del menor grueso posible. Descubrió por sí mismo el proyecto de una prensa hidráulica, como la había ideado *Pascal*, sin saber que seguía las huellas de este grande hombre, y él la había realizado por una ejecucion completa; cuyos pormenores comunicó á *Bramah* durante su permanencia en Inglaterra. Este artista, obteniendo en su patria un privilegio de introduccion, ha reconocido solemnemente los derechos del inventor frances. Había tambien ejecutado, sin conocerlo, el termómetro de *Amontons*. El arte de la fabricacion del papel le debe la introduccion en Francia de la del papel vitela, y la de los cilindros holandeses, que despues se han hecho de un uso general: le debe la creacion ó me-

jora de muchos buenos procedimientos de encolado, la preparacion del papel fino y particularmente del llamado *matrissage*, una caldera ingeniosa destinada á cocer y dar al mismo tiempo la cola; caldera, cuyo módelo se halla depositado en el Conservatorio de Artes y Oficios, y que puede igualmente servir para los usos domésticos; un instrumento secreto construido en 1792, por cuyo medio un trabajador puede fabricar papeles que presenten dibujos y colores inimitables, y de consiguiente pueden ser muy útiles para precaver la falsificacion de los billetes de banco y papel moneda. *Los Anales de Química* dieron en 1810 (1) la descripcion de su ventilador para destilar en frio por el contacto del aire en movimiento, como tambien el de su aparato para desecar, en frio y en grande, frutas y otros objetos de primera necesidad, de manera que se conserven sin alteracion y puedan despues recuperar su estado primitivo, restituyéndoles el agua; quería desecar por este método el mosto de la uva, el vino y la sidra; y hacerlas, despues de reducidas así á pastillas de poco volúmen, trasportables á grandes distancias, á poca costa. Se complacía en esta idéa ingeniosa, de la cual creía poderse sacar un partido bastante útil, y la ensayó muchas veces con éxito para su propio uso.

»Los registros del Tribunal consultivo de Artes y Manufacturas, establecido cerca del Ministerio del interior, las actas de las sesiones de vuestro Consejo de administracion, el Boletin de vuestra sociedad, contienen tambien gran número de observaciones, de idéas, de opiniones que pertenecen á nuestro colega, pero cuya esplicacion era casi siempre necesario exigirle: tal era su repugnancia á manifestarse por sí mismo. Era mucho mas accesible cuando se trataba de dar un aviso útil; se prestaba con mucho interés á las consultas, comunicaba sus idéas sin mirarlas como propias. Contribuyó tambien mucho por medio de la conversacion al comercio de la sociedad; y este influjo benéfico, que estendía sin reserva en rededor suyo, es uno de los mayores servicios que ha hecho á las artes, uno de los rasgos de su carácter mas dignos de elogio, y un ejemplo cuya imitacion no se puede ménos de recomendar.

»En este resúmen, demasiado imperfecto sin duda, de las prin-

(1) Estas dos memorias han sido redactadas por *Mr. Clement*, amigo y socio de *Montgolfier*, ó por mejor decir, su auxiliar digno de este doble título por su carácter y luces; fué el confidente de sus idéas, y ayudó muchas veces á su ejecucion. Me creo obligado á manifestar aquí mi reconocimiento á *Mr. Clement* por las preciosas notas sobre los trabajos de su amigo, que ha tenido á bien remitirme, las que no pueden proceder de fuente mas pura para inspirar confianza.

cipales meditaciones de nuestro colega, habréis, Señores, advertido, que debió principalmente el buen éxito de sus taréas al cuidado que tuvo de adherirse esencialmente á las idéas primordiales que encierran en sí mismas el gérmen de una multitud de estensos desarrollos. Se aplicó, principalmente, al estudio de las grandes fuerzas de la naturaleza, á la investigacion de los medios propios para *sujetarlas*, *almacenarlas* como él decía, y á reglar sus efectos acomodándolos á todo género de combinaciones. La eleccion de estos fecundos conceptos, que se colocan en el orígen comun de gran número de ramificaciones, es el carácter distintivo del genio, él solo puede pronosticar toda su fecundidad, él solo puede reunir todas las condiciones que suponen; y con su auxilio hace restablecer la armonía por medio de la unidad en las mas vastas combinaciones, tanto en la esfera de las Artes útiles, como en la de las Bellas Artes.

»Permitidme, Señores, al concluir, que recuerde á unos y comunique á otros una circunstancia, que no es estraña á nuestro instituto, y que recomienda mas particularmente nuestro afecto á la memoria de *Montgolfier*: tal es la parte que tuvo en la primitiva creacion de esta Sociedad en que nos hallamos reunidos. Un paséo de *Montgolfier*, por el campo, con cuatro de sus amigos fué en efecto la primera ocasion que la hizo nacer; sus conversaciones en el camino dieron orígen al pensamiento; la idéa se admitió con entusiasmo; se discutió; se ilustró el proyecto, ó por mejor decir, el bosquejo se delineó al punto en una comida frugal. El ejemplo de muchos institutos del mismo género, y del bien que han producido en otras regiones, prometía fundadas esperanzas; pero los que habían concebido esta idéa, poco difundidos en el mundo, no contaban mas que con su celo y dudaban de los medios para formar el enlace de una reunion que presentase á la vez, el influjo de las luces y una masa suficiente de recursos. Se confió el proyecto á hombres apreciables, capaces de llevarlo adelante, hombres dispuestos siempre, cuando se trata de hacer el bien; se asociaron al voto de algunos amigos, y vuestros generosos esfuerzos convirtieron en un establecimiento duradero lo que solo hubiera sido el sueño de un corto número de hombres de bien. Se había contado con el espíritu público, y esta esperanza se realizó; el Gobierno mismo echó una mirada de benevolencia sobre este instituto, y promovió sus progresos. Volviéndonos á reunir hoy al cabo de trece años, en la cuna de nuestra Sociedad, esperimentamos como una dulce impresion; los sentimientos que han formado su enlace, parecen establecer, entre los in-

dividuos que la componen, vínculos mas estrechos que aquellos en que reposan ordinariamente las reuniones académicas, revistiéndola como de un carácter filantrópico, dirigiéndola hácia un objeto de interés general. La memoria de los hombres distinguidos, que hemos poseido, y que ya hemos perdido, da un nuevo impulso á estos sentimientos, nos une por el pesar que nos deja; nos honra por la parte que nos dieron en sus trabajos; debe animar nuestros esfuerzos con los ejemplos que nos han dejado, y de este modo viene á ser para nosotros una herencia comun y preciosa."

13 El Baron de Gerando, con la sagacidad, tino y discrecion que le son características, ha consignado en el escrito que acabamos de insertar, que la celebridad de *Montgolfier* fué mayor en los paises estrangeros, que en Francia; y en la nota que hemos puesto en la segunda parte de su elogio, damos á conocer los motivos que en esto influyeron; y para continuar con la noticia histórica, en el estrangero, dirémos, que el caballero *Vicente Brunacci* en su tratado del *ariete hidráulico*, cuya segunda edicion se imprimió en Milan año de 1813, habla del descubrimiento de esta nueva máquina para levantar el agua á una considerable altura, dándole toda la importancia que se merece, por ser una máquina en que el agua por sí sola se eleva sobre su nivel, sin auxilio de ruedas, bombas, ni otros agentes hidráulicos, ni motor estraño, como hombre, animal, viento, vapor &c.; y dice, pág. 2 del discurso preliminar de la espresada segunda edicion: "Este descubrimiento, al paso que es utilísimo, parecía increible; porque el agua, segun las leyes de la Hidráulica, no puede por su propia fuerza elevarse sobre el punto de su nacimiento; pero los esperimentos hechos produjeron una completa conviccion, llegando aquellos á mas de doscientos, en Francia, Inglaterra y Prusia.

»Restaba averiguar, en virtud de qué leyes produce tal efecto el agua en el *ariete*, y examinar las diferentes piezas de la máquina, y su oficio, para que los artífices tuviesen una norma segura con que perfeccionar mas y mas esta invencion.

»Su mismo inventor *Montgolfier* intentó esplicar, en algun modo, los efectos de su máquina; pero las causas que presentó, desnudas de evidencia científica, fueron desmentidas por la esperiencia, puesto que se vió que el ariete podía construirse de modo que escluyera los efectos de las razones alegadas por *Montgolfier*; quien no satisfecho, y reprobando el modo de raciocinar sobre sus principios y resultado de sus razonamientos, presentó

nueva esplicacion, pero no fué mas felíz en ella que en la primera.

»Mientras tanto la utilidad de la máquina incitó á los Físicos y Geómetras á indagar el misterio...... siendo los primeros que esparcieron algunos rayos de luz, en esta oscuridad, los profesores *Píno* y *Racagni*, el primero de Historia Natural, y el segundo de Física, en una Memoria que publicaron, en la cual procuraron investigar el origen de los fenómenos del *Ariete*, conociendo que sus efectos debían deducirse en parte del choque ó golpe del agua sobre las paredes laterales del tubo en que aquella fluye cuando no se cierra el punto por donde rebosa de un golpe........Aunque manifestaron una verdad de la que podían inferirse algunos efectos de la máquina, declararon al propio tiempo que entre las doctrinas de los mas célebres hidráulicos nada había que tuviese conexion con los resultados de esta máquina.

»Sobre ella apareció un libro en Berlin en 1805. Su Autor (el Señor Eytelwein), despues de presentar una serie de observaciones para esplicar en algun modo cómo obra la máquina, haber variado algunas piezas de ella, y esponer reglas para la mejor construccion del *ariete*, concluyó asegurando que no le ha sido posible dar una teoría geométrica de la máquina, y sí solamente alguna razon de sus operaciones, y alguna norma útil para el que quiera indagar los principios que manifiestan la verdadera estimacion geométrica del *ariete*.

»La Real Academia de las Ciencias de Berlin propuso para los premios del concurso del año 1810 este programa: *Dar una teoría geométrica del ariete hidráulico, confrontando siempre los resultados del cálculo con los de la esperiencia.*"

14 Manifiesta *Brunaccí*, que todo esto indica bien que la teoría geométrica de esta máquina ofrece campo digno de observaciones para los Geómetras y Físicos; campo, que se determinó él mismo á cultivar, prometiéndose abundante cosecha.

Dió principio por estudiar y meditar sobre los esperimentos de varios Autores, y sobre los muchos del citado *Eytelwein*, por si lograba descubrir los fundamentos de la teoría del *ariete*; pero conoció el ningun resultado que podía esperarse, cuando no lo habían conseguido los Sabios que le precedieron.

Él, por su parte, comenzó por descomponer, digámoslo así, la máquina y estudiar al mismo tiempo los efectos del *ariete*, introduciendo primero un simple tubo horizontal á las partes laterales

de un vaso; observando lo que sucedía cuando el agua principiaba á rebosar por la boca del tubo, y al cabo de muchas pruebas y esperimentos llegó á descubrir tres fenómenos sobre los cuales se apoya la deseada teoría, y fundado en ellos hizo construir un *ariete*, y tuvo la satisfaccion de ver conseguido su efecto.

Esto le animó á publicar el tratado del *ariete hidráulico*, que divide en tres partes. En la primera, espone los tres dichos fenómenos dando una esplicacion física; y designando las causas que los producen, manifestando las consecuencias que deben resultar cuando se combinan entre sí aquellos fenómenos, y compone así poco á poco una especie de *ariete*, presentando últimamente la descripcion de la máquina, y de sus mas mínimos efectos cuando se hace uso de ella.

En la parte segunda, sujeta al poder del Álgebra la medida de aquellos fenómenos; presenta la solucion de un problema en el que consiste casi toda la doctrina del ariete, esto es, *dado un ariete hidráulico y la altura á que debe subir el agua, hallar las fórmulas que representen la cantidad del agua levantada; por ejemplo, en una hora, y la que se empléa en dicho tiempo para mover la misma máquina.*

Por último, destina la tercera parte á confrontar la teoría con la esperiencia, fundándose principalmente en la teoría geométrica, no en la física, determinando el número y valor de los *datos* necesarios para aquella teoría, no de los que dependen de la medida efectiva de las piezas de la máquina, sinó de las que representan los esperimentos naturales, como por ejemplo, las pertenecientes al choque de los fluidos y á la resistencia que estos encuentran en los conductos dilatados......... En suma, declara que cree haber puesto la teoría del *ariete* á la par con la de las otras máquinas mecánicas é hidráulicas mas conocidas, cuyos efectos son notorios y están bien calculados: lo demas corresponde á la práctica; y si con el auxilio de la teoría llegase el caso de construir *arietes*, no puede dudarse, que, así como el arte se afina con el ejercicio, por sí misma podría perfeccionarse esta máquina hasta el punto de poderse aplicar al regadío en grande de los campos, y generalmente á la elevacion de enormísimas masas de agua.

15 En el método que *Mr. Brunacci* empléa para la manifestacion de su teoría, hace uso del Cálculo Diferencial é Integral; y aunque nosotros tenemos dadas pruebas positivas, tanto en lo que esponemos (§ 32 libro 1.° y § 31 libro 2.°) como en el prólogo de la

segunda edicion del tomo 2.° parte 2.ª de nuestro *Tratado Elemental de Matemáticas*, de que en nuestro concepto los adelantamientos rápidos de todas las Ciencias provienen desde la invencion de los espresados Cálculos, sin embargo, juzgo de mi obligacion el manifestar con la debida franqueza, que la aplicacion de dichos Cálculos para la teoría del *ariete*, mas bien confunde que aclara; y que su empléo no puede conducir á nada ventajoso, ni para ilustrar el fenómeno, ni para esplicar y perfeccionar la teoría, ni para sacar deducciones útiles, ya para su construccion mas ventajosa, ya para producir los resultados mas útiles en la práctica. Y confieso con la mayor ingenuidad, que despues de haber devorado la espresada obra de *Brunacci*, y algunas otras en que, aunque con ménos estension se hablaba del ariete, estaba yo todavía sin formar nociones claras sobre su modo de obrar; pero no pudiendo dudar del hecho, pues que se hallaba confirmado con repetidos esperimentos, fué este el objeto de mis profundas meditaciones, hasta que me llegué á formar por mí mismo la verdadera idéa del modo de obrar del ariete; y deseando ver si estaba conforme mi esplicacion con la que daban los demas Autores, no hubo libro en que se tratase de dicha máquina, en que yo no procurase indagar si la esplicacion del fenómeno era conforme al modo con que yo por mí mismo lo había concebido; mas nada encontré que fuese completamente satisfactorio sobre este particular.

Antes de salir á viajar yo por el estrangero, tenía ya formada mi composicion de lugar sobre la esplicacion del fenómeno; pero aun no había visto ningun ariete, sinó en las figuras de los libros; por esta causa, al viajar fuera de España, no hubo Sabio, Ingeniero, ni constructor de máquinas á quien yo no consultase sobre este asunto; y sin que se me pueda atribuir á vanidad, no encontré ninguna esplicacion que fuese suficiente; y aunque dichos Sabios y constructores de máquinas y arietes fuesen bien superiores á mí en conocimientos, sin embargo, no les dejaba de causar admiracion el que yo les presentase objeciones y reflexiones á que no pudiesen responder; lo que no se debía estrañar, al considerar, que este asunto había formado el objeto especial de mis meditaciones, y que acaso había yo fijado en él mi consideracion, tanto ó mas que el verdadero inventor. Y deseando no omitir ninguna diligencia para profundizar todo lo posible esta importante materia, emprendí casi esclusivamente con este objeto, un viaje desde París á Lion, á fin de poder consultar sobre esta materia con *Mr. Francisco Montgolfier*,

Ingeniero Mecánico, hijo del verdadero inventor, y ver materialmente los arietes en estado de accion.

16 Mis conferencias con este apreciabilísimo Ingeniero, me fueron muy útiles é importantes. Tomamos un ariete, que no estaba en accion; le descompusimos en sus partes para analizarle completamente, segun tenemos indicado (intr. I. T. E.) se debe hacer la análisis de cualquier objeto; y con las piezas separadas en las manos, conferenciamos sobre todos los particulares, y hallé que *la esplicacion que yo por mí mismo me había formado del fenómeno iba conforme con la que el mismo Mr. Montgolfier me hizo.* Sin embargo de esta coincidencia de idéas, desearía yo todavía poder hallarme en disposicion de hacer por mí mismo varios esperimentos, que tengo escogitados, para esplicar con la debida solidez y claridad cuanto corresponde á este importante aparato; y á falta de ellos, voy á darle á conocer del mejor modo que permite el estado actual de los conocimientos humanos en la siguiente

SECCION SEGUNDA.

Idéas preliminares para comprender la descripcion y modo de obrar el ariete hidráulico; y recapitulacion de lo mas importante que existe impreso acerca de esta materia.

17 Con el fin de que no se ofusquen las idéas, mezclando la descripcion con el modo de obrar del ariete, principiaré recordando, que segun lo espuesto (§ 530 III Tr. El.) *si por un estremo de un tubo de brazos comunicantes se echa agua, ó cualquier otro líquido, este se eleva á igual altura en ambos brazos, sean iguales ó desiguales los diámetros de estos*; á no ser que el segundo sea tan sumamente estrecho, que obre en él la accion capilar, de que hablamos en la *Capilarología* (II C.); pues en este caso, se elevará á una altura todavía mayor en el brazo mas estrecho, y cuyo esceso dependerá del diámetro del espresado tubo siendo en razon inversa de él. Por manera, que con tal que el diámetro del segundo tubo tenga una magnitud sensible, para que no se verifique en él la accion capilar, tanto en el caso de ser iguales los diámetros de los tubos, como representa la (fig. 1), como en el de ser desiguales, segun representa la (fig. 2), si en uno de ellos se echa agua ó un líquido cualquiera, ó se hace comunicar con una corriente de agua, ó un depósito cualquiera, ó el mismo mar, el agua en el segundo brazo no se elevará sinó precisamente á la mis-

ma altura que en el otro: de manera, que las superficies *S*, *s* (fig.s 1 y 2) corresponderán y formarán parte de una misma superficie de nivel.

18 Es sumamente importante no perder de vista este principio; por cuanto existe otro que parece hallarse en contradiccion con él. En efecto, en la primera parte de nuestra Mecánica industrial, página 249 del tomo 2.° de la 2.ª edicion de mi *Compendio de Matemáticas*, he manifestado, y repito (§ 11 L. 5.° de la presente obra), que *la potencia absoluta de una cantidad de agua se valúa, multiplicando el peso de toda la cantidad de agua, que obra en dicho tiempo, por la altura de que cae el agua.* Y parece, á primera vista, que siendo mayor la cantidad de agua del brazo ancho (fig. 2) y la altura la misma, la potencia motriz que el agua contenida en el brazo ancho *ABC* ejerce sobre el líquido que ocupa la parte intermedia *M* de los dos tubos, debería ser mayor que la que ejerce la cantidad de agua que hay en el tubo mas estrecho; y que en su consecuencia la empujase hácia la derecha é hiciese subir el agua en dicho brazo mas estrecho á mayor altura que en el brazo mas ancho; pero tanto la esperiencia como la teoría espuesta (§§ 530, 531 y 535 Mec.) están acordes en que *cuando se echa agua por un estremo de uno de estos tubos, al cabo de cierto tiempo que duran las oscilaciones, permanece el líquido en equilibrio, estando la superficie* S *á la misma altura respecto del centro de la tierra que la* s, *y justamente á la misma altura en que estaría, si la parte* Bmpq *faltase, y el tubo se redujese á un vaso, del que* ACnr *fuese el corte de sus paredes vertical y horizontal.*

19 En esto se fundaba *Mr. Bossut* para oponerse con tanta obstinacion á creer el resultado que se le anunciaba; pero no tuvo presente, para concebir su posibilidad, otro principio muy fecundo, que nosotros desenvolvemos con la competente estension en la 2.ª parte de nuestra Mecánica industrial (II C.), y en los (§§ 115 al 126 L. 5.° de la presente obra), á saber: que *el efecto de todo mecanismo, máquina ó aparato cualquiera es y no puede ser otro que el trasmitir la fuerza del motor, variando ó modificando, en los términos que mejor convengan, los elementos de la fuerza motriz, que son la masa y la velocidad*; es decir, que valuada la potencia de un motor como allí decimos, en trasmitir 100 de masa y 50 de velocidad, podrémos conseguir, por medio de las máquinas, cambiar estos elementos de un número indefinido de maneras, con tal que el

producto del número con que representemos la masa, multiplicado por el número que represente la velocidad sea 5000, producto de 100 por 50.

20 Contrayendo este principio á una caida de agua, supongamos que se tengan 60 pies cúbicos de agua, que en un minuto ó en un segundo ó en una hora &c. caigan de 30 pies de altura. Sugun el modo de valuar la potencia motriz de esta caida de agua (pág. 249 II C. y § 11 L. 5.º de la presente obra), tendrémos que *su efecto será capaz de producir un esfuerzo igual al producto de* 60 *por* 30, que son 1800, esto es, *al esfuerzo que causarán* 1800 *pies cúbicos de agua cayendo de un pie de altura*; lo cual quiere decir, que *por medio de las máquinas podrémos distribuir esta fuerza motriz, de modo que se eleven en el mismo tiempo* 1800 *pies cúbicos de agua á un pie de altura, ó un pie cúbico de agua á* 1800 *pies de altura, ó* $\frac{1}{1000}$ *de pie cúbico de agua á* 1800000 *pies de altura, ó cualesquiera otra inmensidad de combinaciones, que den por producto el número* 1800.

Tambien hemos espresado en la primera parte (5.º) de nuestra Mecánica industrial, y (§ 129 L. 5.º de la presente obra); que en las máquinas siempre se pierde algo por causa de los rozamientos, &c. y (§ 132 L. 5.º) que *el mecanismo en que se tengan ménos pérdidas, será el mas adecuado.*

21 Para que se perciban mejor las idéas, que tratamos de espresar, observarémos que, por lo general, se puede reputar que, en toda máquina se pierde una parte de la fuerza motriz, ya sea en los rozamientos, ya en los choques contra sus partes sólidas &c. &c., que se suele apreciar en un *tercio de la fuerza motriz*; y aunque tenemos demostrado (nota del § 131 L. 5.º) que esto es demasiado, nos conformarémos ahora con este uso, para que no se tengan por exagerados nuestros resultados; por lo que supondrémos una pérdida de 600 pies; y queda reducida la potencia motriz empleada á 1200 pies cúbicos de agua, que cayesen de un pie de altura. Por lo que la mencionada caida de agua, cuya fuerza motriz absoluta equivale á 1800 pies cúbicos elevados á un pie de altura, ó que bajen de un pie de altura, cualquiera que sea la máquina que se empleé para hacer una nueva distribucion de dicha fuerza, se perderá sobre poco mas ó ménos, segun se halle peor ó mejor construida una cierta porcion que reputada en la tercera parte, como es costumbre, quedará reducido su efecto útil ó la cantidad de fuerza efectiva, á la que causarían 1200 pies cúbicos de agua bajando de un pie de

altura en el mismo tiempo; ó en elevar un pie cúbico de agua á 1200 pies de altura; ó medio pie cúbico de agua á 2400 pies de altura, ó cambiando arbitrariamente y de cualquier modo estos números, multiplicando el uno por el mismo número que se divida el otro.

22 Esto lo hace una máquina cualquiera, ya se componga de ruedas, de paletas, de émbolos &c. &c. &c.; y nada se opone á que exista una nueva combinacion, que sin rueda, ni ninguna otra de las piezas conocidas en tiempo de *Bossut*, causase este efecto. He aquí, pues, como yo por mí mismo, concebí la posibilidad, ántes de conferenciar en Lion con *Mr. Montgolfier* hijo del inventor, y que juzgo lo mas fácil para formarse idéa del modo con que obra el ariete hidráulico.

Ante todas cosas referiré un esperimento del mismo *Bossut*, que debe ser la base de todas estas consideraciones. Dice *Bossut* pág. 197 del segundo tomo de su Hidrodinámica. «En el gran depósito descrito (459), he hecho introducir un tubo horizontal *EN* (fig. 3) de 3 pies de longitud y cerca de 9 á 10 líneas de diámetro. Hácia su mitad *M* tenía un pequeño tubo lateral, destinado á formar un surtidor. Era uno dueño de dirigir este surtidor de abajo arriba, ó de alto abajo, ó de inclinarlo arbitrariamente, haciendo girar el tubo alrededor de su eje. Se conservaba el agua en el depósito á la altura de 4 pies sobre el tubo. Cuando el estremo *N* estaba cerrado, el surtidor tenía la altura ó amplitud tal como se ha determinado en el capítulo VII *; pero cuando se destapaba el estremo *N*, el surtidor cesaba casi absolutamente en todas direcciones. Solamente cuando la abertura *M* estaba en la parte inferior, el agua babeaba y goteaba un poco por sus orillas. Es claro que la cesacion del surtidor demuestra una cesacion de presion contra las paredes del tubo."

23 Entendido esto, supongamos que se eche agua en *AB* (fig. 4), y que salga por la llave *m*, permaneciendo constante el nivel *AB*; el agua saldrá por *m*, con una velocidad correspondiente á la altura *XA*.

Si, mientras que está abierta la salida *m*, se abriese otra llave en *n*, resultaría, en virtud del esperimento de *Mr. Bossut*, que por *n* apenas saldría el agua, si toda la que suministraba el depósito era la que salía por *m*; pero si, en el instante en que se cierre la llave *m*, se abre la *n*, entónces toda la cantidad de movimiento

* Esta es la altura que le corresponde en virtud de lo que nosotros hemos demostrado (§ 283 L. 5.°).

que poséa el agua, se empleará en hacer elevar la cantidad de agua que suba por el tubo *n*; de donde resulta que, si este fuese de menor diámetro que el *m*, subirá por de pronto á mayor altura que *AB*, hasta que se estinga todo el movimiento de la columna de agua, pero despues volverá á bajar; y al cabo de algunas oscilaciones, quedaría en equilibrio en el tubo *np*, á la misma altura *o* que *AB*. Mas, si en el momento en que cesase de subir el agua en el tubo *np*, se cerrase la llave *n*, quedaría el agua en dicho tubo á mayor altura que en *AB*, por ejemplo en *p*. Si en este estado de cosas, se vuelve á abrir la llave *m*, empezará á salir el agua con una velocidad debida á la altura *XA*: y si despues de un cierto tiempo de principiado este movimiento se cerrase la llave *m*, y se abriese al mismo tiempo la *n*, subiría el agua por el tubo *np* hasta que toda la cantidad de movimiento se estinguiese; por consiguiente, subiría hasta mayor altura, por ejemplo hasta *s*, aunque menor cantidad; y continuando del mismo modo, á cada vez se elevaría alguna cantidad de agua.

Por lo que, por este procedimiento, se podría elevar indefinidamente agua á cualquier altura, verificándose siempre la ley general de que *la cantidad de agua elevada en un tiempo determinado disminuiría en razon inversa de la altura, y ademas la cantidad correspondiente por el rozamiento.* Y todo el misterio del ariete hidráulico estriba en que se abran y cierren alternativamente, por el movimiento mismo del agua, estos dos conductos ó llaves *m* y *n*, y la construccion mas adecuada para él será aquella en que se verifique mejor esta alternativa de movimientos con la menor pérdida posible de agua que salga por la llave ó conducto *m*. De este modo es del que pude yo concebir el efecto del ariete; lo cual va conforme con la esplicacion que me hizo *Mr. Francisco Montgolfier*; y con este conocimiento en abstracto, é independientemente de la disposicion de la máquina, juzgo que se concebirá mas fácil y exactamente su descripcion y modo de obrar.

24 Siguiendo nosotros constantemente la máxima de preferir á nuestras propias idéas, las de otros Sabios, de cuyo mérito no se duda, para manifestar la descripcion y modo de obrar del ariete hidráulico, insertarémos aquí ante todas cosas la descripcion mas moderna, de que tengo noticia, y es la contenida en el *Tratado de Física* de *Mr. Pouillet*, tomo primero página 227, que dice así:

«*TT* (fig. 5) es un tubo, en el cual se mueve el agua de una fuente ó manantial con una velocidad debida á la altura de caida;

este es el *cuerpo del ariete*. *B* es una bola hueca, cuya densidad es doble de la del agua; reposa sobre unas varillas metálicas de forma curva, de tal modo dispuestas que la bola pueda subir y bajar, pero sin separarse de la línea vertical; el agua por su impulso puede elevarla, y sube hasta que se halla en contacto con la abertura *V*, que se encuentra entónces perfectamente cerrada. Como esta bola hace el oficio de válvula, se llama *válvula de detencion*; *b* es otra bola de la misma densidad que la primera, pero mas pequeña, que cierra la abertura *v*, y que se puede levantar de abajo hácia arriba. Por medio de unas varillas metálicas de figura curva, se detiene, de modo que no se pueda separar mucho de la abertura *v*, y que cuando lo haga, se verifique en línea vertical; y á esta bola se la caracteriza con el nombre de *válvula de ascension*; *R* es un *depósito de aire*; *tt* el tubo de ascension, por el cual el líquido se eleva hasta el parage adonde se le quiere conducir. Se ve aun al rededor del cilindro que lleva la abertura *v*, un depósito de aire *n*, *n*, y una válvula *l*, que se abre de fuera adentro, para dar entrada al aire atmosférico. El agua de la fuente habiendo adquirido bastante velocidad por su movimiento natural, levanta la válvula *B* y cierra la abertura *V*; entónces la presion lateral que resulta del movimiento paralizado, ejerce un esfuerzo sobre todos los puntos de la pared del tubo, comprime el depósito de aire *n*, *n*, y eleva la bola *b* para pasar al depósito; la duracion de este ascenso es un poco prolongada por la reaccion elástica de todas las piezas del aparato. Bien pronto las bolas *b* y *B* vuelven á caer por su propio peso. La una para cerrar la abertura *v* y la otra para abrir el orificio *V* de salida; la serie de los efectos rápidos, que se suceden hasta este instante, es lo que se llama un *golpe de ariete*, ó un *arietazo*. Desde que el desagüe natural ha vuelto á empezar, la velocidad se acelera prontamente; la bola *B* se levanta de nuevo, y se reproducen los mismos fenómenos. Se determina por ensayos la disposicion de las piezas, y principalmente la distancia que es necesario dar á la bola *B* para obtener el mayor efecto posible. El límite de altura á que se puede elevar el agua por medio de este aparato depende del diámetro del tubo y de la velocidad que el agua puede tomar atravesándole.

»Parece que en la práctica el *ariete* da mas de 60 por 100 de la fuerza real del agua de la fuente; esto es sobre poco mas ó ménos lo que pueden dar las ruedas de *cajones* mejor construidas; las ruedas movidas por debajo no dan sinó cerca de 25 á 30 por 100."

25 La (fig. 6) representa un ariete, construido por su inventor

Mr. José Montgolfier en los últimos años de su vida. Este ariete se supone adaptado á un arroyo, cuyas aguas se hallan detenidas en su mayor altura por un dique ó muro de albañilería. El nivel superior de las aguas en el dique se halla representado por *A*. La bóveda ó cubierta del parage donde se coloca el ariete para estar resguardado, y á cuyo sitio se entra por una puerta, está representada por *C*. Se espresa por *DD* el corte del terreno en que se coloca la máquina. *E* representa una reja de fierro ántes de la entrada del tubo *GH*, que, como hemos dicho, se llama el *Cuerpo del ariete*. *FG* representa la entrada del cuerpo del ariete, que está contraida ó embudada, para facilitar la introduccion del agua en el cuerpo del ariete. Esta pieza se halla bien fija en el macizo del dique. *HH* representa la porcion de la primera y última parte del tubo que forma el cuerpo del ariete. La parte *IFge*, que se compone del parage *F* por donde sale el agua, de la bola *e* que hace oficios de válvula, y de las varillas para dirigir su ascension vertical, es lo que se llama propiamente *cabeza del ariete*, aunque algunos comprenden tambien como parte de la cabeza del ariete al depósito de aire *bak*; el tubo *km* es el tubo de ascension. *KL* es el tubo de desagüe para dar paso á las aguas que salen por la abertura *I* de la cabeza del ariete; cuyas aguas reciben el nombre de *aguas perdidas*. *MM* pedestales ó zócalos de piedra para sostener los tubos que componen el cuerpo y la cabeza del ariete. *N* representa el corte que se ha necesitado dar para no hacer demasiado larga la figura con arreglo á la escala.

El espacio *a* representa el depósito de aire que comunica con la cabeza del ariete por la abertura *c* que cierra la bola ó válvula de ascension *b*, que reposa en rodajas de cuero en el fondo; *e* representa, como ya hemos dicho, la bola ó válvula de detencion, que es de metal y está hueca; *F* es el grande orificio ó salida del ariete, por donde se escapan las aguas. Tiene tambien rodajas de cuero; *g* representa una especie de bozal, compuesto de seis varillas metálicas para sostener la bola *e* á una distancia conveniente del orificio, y sin que al levantarse pueda separarse de la vertical. Hay una cosa semejante, pero menor, en la bola de ascension *b*; el arranque del tubo de ascension está representado por *k*, reunido al depósito de aire *a*. El tubo de ascension se coloca unos dos pies debajo de tierra cuando no haya ningun obstáculo hasta el punto á que deban ir á parar las aguas. Tiene en el punto *k* un pequeño grifon, ó llave para vaciarle en las fuertes heladas y durante las reparaciones.

26 En dicha (fig. 6), que hemos tomado de *Mr. Borgnis*, el cuer-

po del ariete, ó tubo por donde pasa el agua del depósito á la cabeza del ariete, se halla en una disposicion horizontal; en la (fig. 5) que hemos tomado de *Mr. Pouillet*, tiene una inflexion hácia el medio, resultando la última parte mas baja que la primera. La direccion mas conveniente del cuerpo del ariete, segun la opinion de *Mr. Francisco Montgolfier*, hijo del inventor, es la inclinada, segun representa la (fig. 7), que dicho sugeto me regaló; pero sin embargo, me dijo que el cuerpo del ariete podía tener cuantas formas caprichosas se puedan desear, sin grandes inconvenientes. Así es, que en uno, que, como juguete ó adorno, me enseñó en su mismo taller, el cuerpo del ariete era una especie de espiral.

Dicho ariete se halla representado por la (fig. 8); en la cual se observa lo siguiente: La vasija *M* tiene en su fondo tres agujeros a, b, c que se comunican con otros tantos tubos en espiral a', b', c', que descienden por la columna *NP* hasta su punto inferior; y que cada uno de ellos termina en su respectiva válvula a'', b'', c''. Se echa agua en la vasija *M*; desciende por los tubos a', b', c' en espiral; parte de esta agua sale por las válvulas a'', b'', c'', y otra parte, por el efecto del mecanismo del ariete, en lo interior de la columna *NP*, forma un surtidor en s, que hace elevar el agua hasta la altura á que permite la resistencia del aire, y que yo la he visto elevarse como á unos 15 pies; pero si se pusiesen tubos enchufados unos en otros, podría elevarse en la misma máquina hasta mas de 60 pies. Aquí se observa que el agua, que se echa en la vasija *M*, ella por sí misma, descendiendo á lo largo de la columna *NP*, que tendría como unos 3 pies ó 4 á lo mas de altura, por el efecto del mecanismo interior de la columna y pie de este aparato, que es lo que forma el cuerpo del ariete y depósito de aire, se eleva sobre su nivel s una cantidad de 15 á 20 pies al aire libre, y á mas de 60 si se le ponen tubos enchufados para que se eleve sin que el aire le presente tanta resistencia.

27 Si se compara este fenómeno con toda la doctrina establecida en la Hidrostática é Hidrodinámica, y con cuanto llevamos dicho en esta obra, no se podrá ménos de considerar como un hecho estrordinario y muy sorprendente; y hasta cierto punto no es de estrañar la repugnancia de *Bossut*, á dar asenso á este fenómeno; pero en lo que *Bossut* no es disculpable, fué en precipitarse á negar y burlarse de un hecho que otro le anunciaba, y que si hubiera tenido la paciencia de esperar un poco, hubiera visto el fenómeno con imparcialidad; y aplicando despues él su talento estraordinario,

hubiera podido acaso esplicar la teoría del ariete mas fundamentalmente que lo hizo el mismo *Montgolfier*; y en vez de ser este un orígen de discordia, y un gérmen de rencillas *literario-científicas*, siempre sumamente perjudiciales, hubiera ya el género humano disfrutado del beneficio de tan maravillosa como importante invencion, que en mi concepto ha de ser una de las que mas utilidades han de producir.

28 Juzgamos aun conveniente, para dar las primeras nociones del ariete hidráulico, insertar aquí el principio del artículo (*Bélier hidraulique*) del *Diccionario Tecnológico*, tomo III, pág. 2 que dice así: "Esta máquina, imaginada por el célebre *Montgolfier*, está destinada á emplear la fuerza adquirida de una caida de agua para hacer que vuelva á subir una parte de este líquido, y por consiguiente poner en accion un mecanismo cualquiera. Cuando una masa de agua cae en un tubo, su velocidad se acelera y produce una *cantidad de movimiento*, que se trasmite á otra masa de líquido ménos rápidamente animada; esta toma una velocidad mayor, bajo la influencia de esta fuerza, y vuelve á subir á una elevacion dependiente de las circunstancias que rodéan la máquina, tales como la velocidad de la corriente, la magnitud de los tubos, la masa líquida elevada &c. El ariete hidráulico es una máquina en que las válvulas se hallan de tal modo dispuestas, que el choque del agua contra este liquido las eleva en parte. Describamos este ingenioso aparato.

»Concibamos (fig. 9) un tubo horizontal P, por el cual llega el agua, y que está cerrado en su estremo V; y otro tubo qM, que se eleva verticalmente: hay dos válvulas, la una q, en la union de los dos tubos, la cual se levanta para dejar subir el agua, y la otra s, en el tubo horizontal dando salida al agua para derramarse en el esterior E. La primera q se abre de abajo arriba cuando el líquido llega con rapidez, y deja entrar el agua en el tubo vertical qX. La otra se cerrará, al contrario, por esta accion, pero un resorte rr la mantiene abierta, en tanto que esta fuerza no llega á cierto límite; entónces el agua se pierde pasando al esterior E. He aquí el efecto que produce este sistema.

»El agua, que llena el tubo horizontal, estando al principio en reposo, comprime las paredes interiores con toda la carga que es debida á su altura en el depósito de que proviene; pero luego que nueva agua llega á este tubo, para reemplazar la que se ha escapado por la válvula abierta s, este líquido tomará una velocidad creciente por efecto de su caida; velocidad que llega bien pronto á un grado tal,

que el poder del resorte rr no basta ya para conservar abierta la válvula. Luego que esta se cierra, la columna de agua en movimiento se detiene bruscamente en este tubo sin salida, y resulta una fuerza que obra en todos sentidos, y obliga á la válvula q á abrirse, de modo que el agua obra en el tubo ascendente qM; pero entónces la velocidad de este líquido debilitándose poco á poco, viene á ser nula: por otra parte, la cantidad de movimiento de la columna de agua, habiendo ejercido su accion en el ascenso del líquido, no comprime ya bastante á la válvula s para tenerla cerrada; por lo cual se abre, mientras que la otra q se cierra. Las cosas vuelven de este modo á tomar el estado en que se encontraban ántes del efecto de las válvulas, es decir, que el agua está un momento sin velocidad; pero saliendo por sE, y llegando del depósito, vuelve á ponerse en movimiento, y se repite el juego de la máquina.

»Se ve que, en el ariete hidráulico, el agua se eleva en el tubo ascendente por una sucesion alternativa de choques, que cierran y abren las válvulas; se oye cada vez un ruido semejante al golpe de un martillo, y se puede contar fácilmente el número de las pulsaciones en un tiempo dado. Como el líquido, que sube en el tubo vertical, participa en estas alternativas de reposo y de movimiento, se hace el chorro ó tiro continuo con el auxilio de un depósito de aire R. El tubo de ascension TM, en lugar de comunicar directamente con el tubo á que está adaptada la válvula superior q, se sumerge hasta cerca del fondo inferior del depósito. Los primeros golpes del ariete introducen poco á poco el agua en el tubo TM, y el aire sale por M; pero al instante que el líquido ha entrado en bastante cantidad para bañar el orificio inferior del tubo, el aire del depósito no teniendo ya salida al esterior, permanece encerrado, y lo rechaza el agua que llega allí sucesivamente. El resorte del aire, así comprimido, se aumenta sin cesar; comprime al líquido en el depósito y le obliga á elevarse en el tubo TM encima del nivel interior R; y desde que el aire condensado ha adquirido una fuerza suficiente, comprime la superficie del agua en el depósito para obligarla á lanzarse fuera por el tubo de ascension TM, casi sin ninguna intermitencia en el tiro ó chorro. El agua, que afluye en el depósito R, no tiene que vencer la inercia de la columna TM; comprime el aire, que restituye despues esta accion al agua ascendente.

»El ariete hidráulico varía mucho de forma, segun las circunstancias y los efectos que se quieren obtener; se pueden colocar de otro modo las válvulas, mudar sus dimensiones y las del depósito de

aire, dar á los tubos direcciones diversas, proporcionar diferentemente los calibres de estos tubos y las aberturas de las válvulas &c. Los resultados producidos varían con todas estas modificaciones, con el rozamiento del líquido, el tiempo que las válvulas gastan en abrirse y en cerrarse alternativamente, el agua perdida por el orificio *s*, los gastos de construccion y de reparacion &c.; todas estas son causas que influyen poderosamente en los resultados y se han estudiado estos efectos para obtener los productos mas ventajosos.

»En toda máquina hidráulica, el gasto es la cantidad de agua que sale de la fuente, arroyo &c. multiplicada por la altura de la caida; esta altura se mide desde el nivel del depósito de donde se toma hasta la máquina, ántes que haya obrado: *el producto * es la cantidad de agua elevada multiplicada por la altura vertical á donde la máquina la eleva.* Ha sido pues fácil de repetir los esperimentos para juzgar de los modos mas ventajosos de construccion. Así es como se ha reconocido que la forma indicada (fig. 9) no es ni con mucho la mas conveniente. Adoptando la que sigue, se encuentra que independientemente de que los gastos de reparacion y conservacion son menores, el producto es al ménos los $\frac{3}{5}$ del gasto."

29 Despues pasan á describir la forma del ariete que los Autores del espresado Diccionario juzgan mas adecuada, estractando lo que dice *Mr. Hachette*; pero como nuestro objeto es presentar lo mas interesante sobre esta materia, insertarémos aquí literalmente lo que dice *Mr. Hachette*, en su *Tratado elemental de las Máquinas, segunda edicion, hecha* en 1819, pág. 107, y es como sigue: "*Montgolfier*, que es el primero que ha construido los aerostáticos, es tambien el inventor del ariete hidráulico; el diario de minas, núm. 73, vol. XIII (julio de 1802), contiene un artículo de este Sábio, respondiendo á observaciones insertas en el núm. 66 de dicho diario, sobre máquinas inglesas propias para elevar el agua á una altura indefinida. Despues de haber descrito en dicho artículo el ariete hidráulico, *Montgolfier* añade: "Tal es la máquina »que yo he imaginado y construido en 1796, hace mas de 6 años, »en mi fábrica de papel de Voiron, para levantar el agua de un rio »á la altura de la pila de mis cilindros á la holandesa, aprove»chándome de una caida de 10 pies; operacion que me ha escu»sado de ruedas, de bombas y de otros aparatos de máquinas hi»dráulicas que se emplean ordinariamente.

* Esto es lo que nosotros llamamos *efecto útil.*

»Esta invencion no es de orígen ingles, pertenece enteramente á »la Francia: yo declaro que soy su inventor, y que nadie me ha »sugerido su idéa; es verdad que uno de mis amigos ha hecho pa- »sar, con mi consentimiento á *MMrs. Watt y Bolton*, copia de mu- »chísimos dibujos que yo había hecho de esta máquina, con una me- »moria muy detallada sobre sus aplicaciones. Estos mismos dibujos »son los que se han copiado fielmente en la patente tomada por »*Mr. Bolton* en Londres, con fecha de 13 de diciembre de 1797; »lo cual es una verdad, que él está bien léjos de negar, así como »el respetable *Mr. Watt*."

»Yo he creido (continúa *Mr. Hachette*) copiar exactamente este artículo, para que sirva á la Historia de una máquina que ha escitado la admiracion general, y cuyo uso se multiplica de dia en dia.

30 »*Pascal* había imaginado una máquina, que se ha convertido despues en una *prensa hidráulica*, para demostrar el principio de *igualdad de presion* en los fluidos. El ariete de *Montgolfier* puede tambien considerarse como una máquina propia para demostrar que los cuerpos sometidos á la accion de una fuerza, no toman instantáneamente el *máximo* de velocidad debida á la accion de esta fuerza........ Para hacer sensible la duracion de tiempo necesaria para que un cuerpo tome la velocidad debida á la fuerza, de que recibe su accion, concibamos un tubo compuesto de otros dos *A* y *B* del mismo diámetro, el uno vertical y el otro horizontal, y supongamos que el primero se mantenga constantemente lleno por una fuente ó manantial. Mientras que el estremo del tubo horizontal esté cerrado, el agua contenida en el doble tubo estará en reposo; pero en el instante en que ella pueda correr por este estremo, su velocidad, que será nula en un principio, crecerá hasta que haya llegado á su *máximo*.

»El tiempo de este aumento depende evidentemente de las longitudes vertical y horizontal de los dos tubos *A* y *B*; porque si el tubo vertical *A* no comunicase con el horizontal, la caja de agua colocada en lo alto del tubo descendería á lo largo de él, siguiendo la ley de la caida de los cuerpos graves, y no habrá adquirido la velocidad debida á la altura del tubo sinó despues de haberle corrido en toda su longitud; pero suponiendo adquirida esta velocidad, si se restablece la comunicacion del tubo vertical con el horizontal, suponiéndole lleno de agua, el movimiento de la columna de agua vertical se comunicará á la columna horizontal, y mientras mayor sea la longitud de esta columna, mas tiempo se necesitará para que

las dos columnas se muevan con la velocidad comun debida á la altura entera del tubo vertical *A*: suponiendo este tubo de una longitud de 1,62 metros, y el tubo horizontal 50 metros, *Montgolfier* estima que el tiempo sería de cerca de 18 segundos: el juego del ariete no exige que este tiempo sea tan considerable, basta que las partes móviles de este ariete puedan tomar sucesivamente las posiciones que les convienen, lo que se puede hacer en ménos de un segundo.

»Habiendo adquirido el agua, en el doble tubo *AB*, toda la velocidad debida á la altura vertical del tubo *A*, examinemos lo que debe suceder cuando se cierre el estremo del tubo horizontal *B*: el agua no pasará repentinamente al estado de reposo; obrará contra las paredes de este tubo, le comprimirá si es elástico, y la reaccion de las paredes comprimidas obligará al agua á retrogradar hácia el tubo vertical; se hacen muy sensibles estos efectos de la fuerza elástica de los tubos por el esperimento siguiente: imaginemos siempre el doble tubo de dos brazos vertical y horizontal, constantemente lleno de agua; y supongamos que esta no pueda correr ó salirse sinó por los orificios de dos grifos iguales, colocados muy cerca el uno del otro hácia el estremo del tubo horizontal *B*; el agua saldrá de él, primero con la misma velocidad, pero si se cierra uno de los dos, al instante se observa una aceleracion muy sensible de velocidad en el orificio del que permanece abierto; es claro que este aumento de velocidad se debe á la vena fluida, que, no pudiendo ya salir por una de las llaves, ha comunicado su movimiento á la vena que tenía en su inmediacion. Se observa al mismo tiempo un regreso del agua en el tubo vertical, y este retorno es tanto mas sensible, cuanto las paredes de los tubos son mas elásticas.

31 »Se había ya notado un hecho análogo á este, unos tubos conducían el agua de una fuente á lo interior de la cocina de un hospicio; encima de cada marmita estaba colocada una llave ó grifo que servía para llenarla de agua; sucedía frecuentemente que cerrando una de estas llaves, el tubo, que no tenía mucho grueso, y que era mas débil en ciertas partes de su longitud que en otras, reventaba en diferentes parages; se tardó mucho tiempo en descubrir la causa de este accidente; se componían contínuamente los tubos, pero inútilmente; en fin, se advirtió el modo de remediar este inconveniente, colocando sobre los tubos de conduccion otros tubos semejantes á aquellos que en los grandes encañados favorecen el desprendimiento del aire.*

* Son las ventosas de que hemos hablado (§ 314 Lib. 3.°).

que el agua de una fuente lleva consigo: se podrá aun evitar el rompimiento de los tubos, cerrando las llaves mas lentamente.

»Es necesario concluir de estos hechos, que cualquiera que sea la posicion de un cuerpo, sea en reposo, sea en movimiento, una mudanza de estado no puede hacerse sinó en un tiempo finito y que se puede medir; era necesario llamar la atencion sobre esta propiedad del movimiento, porque sirve de base á la teoría del ariete hidráulico, como se verá por la descripcion siguiente.

32 »*Descripcion del ariete hidráulico* (fig 10). Suponiendo que el agua de la fuente haya llegado á *A*, con una velocidad adquirida debida á la altura de la caida, corre por un tubo de conduccion *AB*, que está contraido ó embudado en *A*; é inclinado de modo que la pendiente ó declive sea por lo ménos de 27 milímetros por 2 metros ($\frac{1}{74}$); ella se escapa por un orificio *C* que se puede cerrar arbitrariamente por medio de una válvula.

»Un depósito de aire *F* (1) se une por un tubo aditicio cilíndrico *abcd* al tubo de conduccion *BD*; en el medio del fondo de este depósito *F* hay un orificio circular al cual se adapta un pequeño apoyo cilíndrico, cuyo estremo *E* se halla guarnecido con una válvula. *S* es otra válvula destinada á suministrar aire al depósito *F*, y al espacio *mn* comprendido entre el tubo aditicio y el pequeño apoyo *E* de la válvula. *GIH* es un tubo de ascension que principia en *G′* en el depósito de aire *F*.

»El tubo *AB*, *BC* por el cual corre ó pasa el agua de la fuente ó manantial, se llama *cuerpo del ariete*; el tubo *GIH*, por el cual se eleva el agua sobre la fuente, se llama *tubo de ascension*. Las dos válvulas *D* y *e*, que cierran los orificios *C* y *E*, se llaman, la primera *válvula de paso ó de detencion*, y la segunda *válvula de ascension*. Estas válvulas son bolas huecas *D* y *e*, que se detienen por bridas, y cuyo grueso es tal, que no pesen mas de dos veces el volúmen de agua que desalojan. Se da al estremo del cuerpo del ariete, que lleva las válvulas y el depósito de aire *F*, el nombre de *cabeza del ariete*.

33 »He aquí ahora los efectos principales de esta máquina pues-

(1) Este depósito de aire tiene por objeto mantener un movimiento contínuo en la columna de agua ascendente; aumenta los efectos del ariete hidráulico, pero no es una parte esencial de él. Muchos arietes, sin depósito de aire, cuyos tubos de ascension se uniesen con un conducto único, mantendrían la continuidad del movimiento del agua en este conducto; las bombas atraentes é impelentes, construidas en Marly por MMrs. *Cecile y Martin*, y que elevan el agua de un solo golpe contínuo á 57 metros, están construidas bajo este principio.

ta en movimiento. El agua, escapándose por el orificio *C*, adquiere la velocidad debida á la altura de caida; ella obligará á la bola *D* á elevarse hasta el orificio *C*; este se halla terminado por rodajas de cuero ó de tela embreada, contra las cuales la bola se aplica exactamente. Al instante que se detiene el paso del agua por este orificio, el agua levanta la bola *e* que cierra el orificio *E* del depósito de aire *F*; se introduce al mismo tiempo en este depósito y en el tubo de ascension *GIH*, y por último pierde la velocidad que tenía en el instante en que la abertura *C* se ha cerrado: entónces las bolas *D* y *e* vuelven á caer por su propio peso, la una sobre las varillas que hacen veces de brida, la otra sobre el orificio *E*; el agua de la fuente vuelve á principiar á correr ó salir por el orificio *C*, la válvula *D* le cierra de nuevo, y se repiten los mismos efectos en igual tiempo, que, para un mismo ariete, no muda sensiblemente.

34 »Un golpe de ariete ó un arietazo principia cuando la válvula de detencion *D* deja de estar aplicada contra el orificio *C*; acaba cuando esta válvula vuelve á la misma posicion; es necesario distinguir en este intermedio cuatro épocas; en la 1.ª el agua pasando por el orificio *C*, adquiere una parte de la velocidad debida á la altura de caida, y la válvula de detencion *D* se cierra; en la 2.ª, mucho mas corta que la primera, las válvulas de detencion y ascension están cerradas, los cuerpos elásticos, metales ó aire, son comprimidos. En la 3.ª época, la válvula de ascension se abre; el aire del depósito *F* está comprimido; el agua se eleva en el tubo ascendiente *GIH*; la válvula de ascension se cierra; y la de detencion no se abre todavía. En fin, en la 4.ª época, los cuerpos elásticos, comprimidos en la segunda época, vuelven á ejercer su accion; la válvula de ascension permanece cerrada, y la válvula de detencion, que deja de estar aplicada contra el orificio de salida *C*, cae sobre su brida ó bozal. Los efectos que corresponden á las tres últimas épocas se suceden muy rápidamente; sin embargo, si se dan al ariete las convenientes dimensiones, se llegará, con un poco de atencion, á distinguir la duracion de cada época.

»(1.ª *época*). Se arregla la duracion de esta época por la esperiencia; mientras mas aumenta la distancia de la válvula de detencion *D* al orificio *C*, y el peso de esta válvula, mas velocidad debe adquirir el agua que se escapa por el orificio *C* para elevar la válvula *D* y obligarla á aplicarse contra él. En cada posicion de la válvula sobre el fondo de su brida ó bozal, se mide la cantidad de agua que

se ha elevado, en un tiempo tomado por unidad, por el tubo ascendente *GIH*, y, variando la distancia de la válvula *D* al orificio *C*, se llega á dar al agua del cuerpo del ariete, la velocidad que corresponde al *máximo efecto* de esta máquina.

»(2.ª *época*). Se ha visto al principio de la descripcion del ariete, que el espacio *mn* estaba lleno de aire; este aire es principalmente el cuerpo elástico, cuya compresion se verifica en la segunda época. Como todas las partes que componen el ariete son de metal, gozan tambien de una cierta elasticidad; pero cualquiera que esta sea, se la puede suponer reunida á la fuerza elástica del aire *mn*, y no considerar sinó los efectos de esta última elasticidad durante la cuarta época.

»(3.ª *época*). La fuerza desarrollada durante la primera época, despues de haber comprimido el aire *mn*, se gasta en introducir el agua por el orificio *E* en el depósito de aire *F*, y en el tubo de ascension *H*; desde que ha producido su efecto, la válvula *e* vuelve á caer, por su propio peso, de su brida ó bozal sobre el orificio *E*, y la válvula de detencion *D* cierra aun el orificio *C*.

»(4.ª *época*). Estando cerradas las dos válvulas, el aire comprimido en *mn* ejerce su reaccion; y aunque el tiempo de esta reaccion sea muy corto, los efectos que de él resultan, tienen la mayor influencia en el juego del ariete: esta reaccion obliga al agua á volver de la cabeza del ariete hácia la fuente ó manantial, lo que forma un vacío junto al estremo del cuerpo del ariete; entónces la atmósfera pesa sobre la válvula de detencion; el orificio *C* de salida se abre, y el agua del manantial contenida en el cuerpo del ariete *ABC*, corriendo por esta abertura, vuelve á tomar su velocidad primitiva. El agua continúa elevándose en el tubo de ascension *GIH*, en virtud de la fuerza elástica del aire comprimido en el depósito *F* que obra sobre el agua de este depósito, y la obligará á subir.

»El movimiento de la columna de agua ascendente comunicándose al aire del depósito *F*, este sería bien pronto agotado si no se introdujese á cada golpe de ariete una porcion nueva de aire; la válvula *S* que ha de suministrar este aire se abre del esterior al interior del cuerpo del ariete. El vacío que se forma en la cuarta época, obliga á esta válvula á abrirse; un cierto volúmen de aire atmosférico entra en el pequeño cilindro *abdc*, situado en el fondo del depósito, desde donde es arrojado despues á este depósito. Una porcion de este aire se aloja en el espacio *mn*, y forma el cuerpo elástico que se llama *colchon ó acolchado de aire*; á la reaccion de este aire

comprimido es á la que se debe el retroceso del agua que contiene el cuerpo del ariete, hácia la fuente. Se acaba de ver que este retroceso se verifica en la cuarta época del golpe de ariete.

35 »Resulta de esta descripcion del ariete hidráulico, que sus partes principales son: 1.ª el cuerpo del ariete; 2.ª la cabeza del ariete; que comprende la válvula de detencion, la válvula de ascesion, la válvula de aire, el depósito y el colchon ó acolchado de aire; y 3.º el tubo de ascension. Aun no se conocen las dimensiones que conviene dar á estas diferentes partes del ariete, para obtener de una fuente ó corriente de agua el mayor efecto posible. El Gobierno ha autorizado un esperimento (1) en Marly, que dará mucha luz sobre las aplicaciones en grande del ariete hidráulico. La caida media en Marly es 1,62 metros (5,814 pies españoles); esta altura es la diferencia media entre los niveles superior é inferior del Sena. El cuerpo del ariete, que se construye allí, tiene 33 centímetros (1,18 pies españoles) de diámetro interior; la altura vertical á la cual este ariete debe elevar el agua es de $155^{m},5$ (558 pies españoles, que es cerca de 96 veces la caida media, mayor relacion que el límite que me dijo *Mr. Francisco Molgolfier*); para estos grandes arietes es principalmente para los que es indispensable recurrir á la esperiencia, y reunir un gran número de observaciones, de que se puedan concluir la forma, las dimensiones y la disposicion general de las partes de que debe componerse.

»En cuanto á los arietes de menores dimensiones, la práctica de diez años * ha elevado ya estos instrumentos á un grado muy superior de perfeccion: los propietarios, que hacen uso de ellos, tienen suficientes motivos para felicitarse. El mecánico que compare las cantidades de agua gastadas con las cantidades de agua elevadas, concluirá de sus observaciones que el ariete es la mejor máquina hidráulica; tiene, sobre todas las otras máquinas, la ventaja de ser aplicable á las corrientes de agua ménos abundantes, el mas pequeño filete de agua hará mover un ariete, dando á este las dimensiones que convengan á la fuerza motriz. Bajo la relacion de economía, no hay ninguna máquina que exija ménos gastos, para el primer establecimiento y para su conservacion diaria.

---

(1) Este esperimento, principiado en 1809 no se ha podido continuar; *Mr. Montgolfier*, que lo dirigía, ha muerto en 1810.

* Esto lo dijo *M. Hachette* en la primera edicion de 1808; y en esta qúe es de 1819, debería haber dicho ya una práctica de mas de 20 años.

36 »Para dar una idéa precisa de las dimensiones de los arietes que se empléan mas frecuentemente, voy á tomar por ejemplo los que se han construido 1.° en Lion; 2.° en la fábrica de blanquéo de *Mr. Turquet*, cerca de Senlis; 3.° en Clermont-Oise, en la Sub-Prefectura de *Mr. Larochefoucault*.

»La fuente ó corriente de agua del ariete de *Mr. Fay-Sathonay* da 84 litras por minuto; la caida en esta fuente es de 10,6 metros. Tomando por unidad de fuerza un decímetro cúbico de agua elevada á un metro de altura, la fuerza de la fuente durante un minuto estará espresada por 890,4. El cuerpo del ariete tiene 54 milímetros de diámetro y 32,5 metros de longitud. El tubo de ascension tiene 227 metros de longitud; suministra por minuto 17 litras. El agua se eleva á una altura vertical de 34,1 metros; así, la fuerza trasmitida por el ariete, durante un minuto, está espresada por 579,7; la relacion de este número al gasto de fuerza en un minuto es $\frac{579,7}{890,4} = \frac{65}{100}$ (= 0,651 siendo la relacion de la altura de ascension á la de caida 3,217).

»El cuerpo del ariete de *Mr. Turquet* es de fierro colado; tiene 0,203 metros de diámetro: y su longitud cerca de 8 metros: eleva el agua á una altura vertical de $4^{m},55$; la cantidad de agua elevada en un minuto es 269 litras; de donde se concluye que la fuerza trasmitida en un minuto está espresada por 1223,95.

»La fuente suministra en un minuto 1987 litras; su caida es 0,979 metros; su fuerza en un minuto es 1945,273. La relacion de la fuerza trasmitida á la fuerza gastada es pues $\frac{1223,95}{1945,273} = \frac{63}{100}$ (= 0,629; siendo la relacion de la altura de ascension con la de caida $\frac{4,55}{0,979} = 4,648$).

»*Mr. Delcassan*, que ha mandado construir el ariete de *Mr. Turquet*, ha verificado por esperimentos cuan importante era dar á los tubos que forman el cuerpo del ariete, así como á los apoyos de madera ó de piedra de estos tubos la mayor solidez, y se concibe en efecto que la fuerza empleada en mover al cuerpo del ariete, ó su apoyo, es perdida para el efecto que se quiere obtener; y habiendo notado que aumentando la masa de la cabeza del ariete, esta máqui-

na elevaba mayor cantidad de agua; él ha hecho fundir plomo sobre el cuerpo del ariete, hasta que el peso del plomo ha cesado de aumentar el producto de la máquina.

»El cuerpo del ariete establecido cerca de Clermont-Oise tiene 27 milímetros de diámetro y 23 metros de longitud; está colocado en la ladera de una montaña cuya inclinacion es de 7 metros por 33 $\left(\frac{1}{4,7}\right)$. El tubo de ascension tiene 14 milímetros de diámetro y 420 metros de longitud; y suministra en 24 horas, 1400 litras de agua; esta se eleva á una altura vertical de 60 metros; la fuerza trasmitida por el ariete en 24 horas está espresada por 84000.

»La fuente suministra en 24 horas 17878 litras de agua; esta agua cae de 7 metros, corriendo el cuerpo del ariete en toda su longitud que es de 33 metros; la fuerza gastada en 24 horas es 125146; la relacion de la fuerza trasmitida á la fuerza gastada es $\frac{84000}{125146}=\frac{67}{100}$ (=0,671; siendo la relacion de la altura de ascension con la de caida $=\frac{60}{7}=8,571$).

»*Mr. Montgolfier*, hijo, ha establecido en Mello, cerca de Clermont, en la propiedad de *Mr. Pillot*, agente de cambios, un ariete hidráulico de fundicion de fierrro, del peso de 1450 quilógramas. La longitud del cuerpo del ariete es de 33 metros; su diámetro de 11 centímetros, y el grueso de cada tubo, de 14 milímetros; la cabeza del ariete, separadamente, pesa 200 quilógramas. Hay 7 bolas ó válvulas de detencion, cada una del diámetro de 4 centímetros, dispuestas sobre 7 orificios de paso ó de derrame hechos sobre un solo disco circular; la bola ó válvula de ascension es del mismo diámetro. El ariete da 60 golpes por minuto. El volúmen del depósito de aire es de cerca de 20 veces el de la cantidad de agua elevada en cada golpe. La fuente suministra 140 litras por minuto, y su caida es de 11,37 metros: el agua se ha elevado á 59,44 metros (213,33 pies españoles) sobre la cabeza del ariete, y la cantidad de agua elevada es de $17\frac{1}{2}$ litras por minuto. Tomando por unidad la quilógrama elevada á 1 metro, el producto y el gasto en un minuto se hallan espresados por los números 1040,2 y 1591,8; cuya relacion es de $\frac{65}{100}$ (=0,653; siendo la relacion de la altura de ascension á la de caida $\frac{59,44}{11,37}=5,228$).

»Estos ejemplos prueban que la fuerza trasmitida por el ariete es al ménos los $\frac{60}{100}$ de la que está empleada en hacerle mover; no se conoce ninguna máquina hidráulica que trasmita una parte tan considerable de la accion del motor * que le está aplicada.

37 »*Del ariete sifon* (fig. 11). Cuando se hace pasar, por medio de un sifon, el agua de un lugar á otro ménos elevado, la columna de agua llena lo interior del sifon; pero si el vértice de este comunica, por una pequeña abertura hecha en las paredes, con el aire esterior, la columna se separa en dos partes que corren por los dos brazos del sifon; sin embargo, hay casos en que conviene recoger, en el punto mas elevado del sifon, una porcion del agua que él trasporta, evitando la interrupcion que resulta de la comunicacion del interior del sifon con el aire esterior. Se encuentra una solucion de este problema en la obra de *Mr. Bertin*, intitulada el *Neuton de la juventud.* El *Boletin de la Sociedad Philomática* contiene un artículo de *Mr. Jumelin* sobre el mismo asunto: y de todos los mecanismos conocidos, el *ariete sifon* me parece ser el mas sencillo y el mas propio para llenar este objeto. Voy á describir el modelo de esta máquina, tal como la hice construir para la Escuela Politécnica.

»Sea *ALCR* (fig. 11) el sifon, que trasporta el agua de *A* á *R E.* Sobre el brazo largo *RB* hay una cabeza de ariete que lleva dos válvulas *C* y *E* de detencion y ascension, y un depósito de aire *F*; se coloca una llave en *R*, y una válvula en *K*, que se abre y cierra por medio de una palanca; cuyo estremo está fijo en *L*, cuando dicha válvula está abierta. Para cebar el sifon, se cierra la llave *R* y la válvula *K*; se derrama agua por el tubo adicional *D*; el aire sale por el mismo tubo adicional, tanto del brazo vertical *RB* como del brazo inclinado al horizonte *DL*. Despues de haber cerrado el tubo adicional con un corcho ó tapon, se abre la llave *R* y la válvula *K*; el agua que sale por el sifon de *A* á *R* cierra la válvula de paso *C*, abre la de ascencion *E* y se escapa formando un surtidor *M*, ó se eleva en un tubo de ascension asegurado con tornillos sobre el depósito de aire *F*.

38 »*Del ariete aspirador* (fig. 12). Una fuente ó brazo de agua corre por el tubo *ABDK*, y se propone uno elevar, por medio de esta cantidad de agua, la de un pozo *MNG*. En lo interior del brazo *Pq* del tubo *ABDK*, se coloca una válvula de bola *c*, destina-

* Esta consecuencia no es de todo punto exacta; pues hemos visto en el (cap. 2.° L. 5.°) que las ruedas hidráulicas de por encima dan mucho mas.

da á cerrar el orificio D del mismo tubo. Cerca de este orificio D, se coloca en E un tubo aspirante compuesto de dos partes EF, GG', reunidas por un depósito de aire HH'; y en el nacimiento de este tubo, una válvula que se abre de abajo arriba. El agua de la fuente, saliéndose por el orificio K, adquiere la velocidad debida á la altura del nivel de la fuente sobre el punto de salida K; la válvula c, elevada por la columna de agua animada de esta velocidad, cierra el orificio D, aplicándose á rodajas de cuero ó de tela recortadas en forma de esfera hueca; la columna DEK continúa su movimiento hácia K, se forma el vacío en el tubo DEK, y la presion atmosférica obliga al agua á elevarse, por el tubo aspirador. La altura á que el agua puede elevarse depende de la velocidad con que sale de la fuente por el orificio K. El depósito de aire, dilatado HH' tiene por objeto conservar el movimiento en la columna ascendente GG'.

»Recordando ahora lo dicho (30 y 34. 4.ª época) sobre la vuelta del agua que contiene el cuerpo del ariete hácia su fuente, se concebirá fácilmente cómo este ariete puede venir á ser *aspirador* ó *aspirante*. Si el espacio del *acolchado de aire* comunica por un tubo con un depósito de agua colocado debajo del cuerpo del ariete, á cada reaccion del acolchado de aire, el agua de este depósito se elevará para poner en equilibrio la fuerza elástica del aire del acolchado y del aire atmosférico; y si la distancia del depósito inferior al cuerpo del ariete no es demasiado considerable, el agua de este depósito se irá ó pasará con el agua de la fuente que pone el ariete en movimiento; y cuando se valúe el efecto total del ariete, será necesario tener en consideracion no solo el agua elevada por el tubo de ascension, sinó el agua elevada por la vuelta del ariete.

»He aquí un ejemplo de este doble efecto. *Montgolfier* había colocado una cabeza de ariete al estremo de un tubo de fundicion de fierro, del diámetro de 54 milímetros y de 19,5 metros de longitud: este tubo gastaba por minuto 65 litras de agua que caían de 3,25 metros; tomando por unidad de fuerza un decímetro cúbico ó una litra de agua elevada á un decímetro de altura, la fuerza gastada en un minuto por el cuerpo del ariete era de 2212 *.

»A cada pulsacion de la columna activa del ariete, que estaba seguida del regreso de la válvula de paso sobre su orificio, se elevaban por el tubo de ascencion 142,44 centímetros cúbicos de agua

* Aquí aparece una equivocacion; pues el producto de 32,5 decímetros á que equivalen los 3,25 metros, multiplicados por las 65 litras dan por producto 2112,5.

á 18,516 metros; mediando un segundo entre dos pulsaciones, el tubo de ascension suministraba en un minuto 8,546 libras de agua á 18,516 metros de altura vertical; así, la fuerza trasmitida por el tubo de ascension está espresada por el número 1582,37736. A este primer efecto, es necesario añadir el que se ha obtenido de la vuelta del ariete; un tubo aspirador que partía del espacio ocupado por el acolchado de aire se sumergía en un depósito ó cubo, distante de este mismo acolchado 0,975 de metro; toda el agua elevada en el tubo de ascension estaba suministrada por este tubo aspirador; luego á cada minuto la vuelta del ariete elevaba 8,546 litras de agua, á la altura vertical de 0,975 de metro. Este efecto es la medida de una fuerza de 83,3235, que añadiéndose al primer efecto 1582,37736, da para el efecto total del ariete, en un minuto, 1665,70086; pero la fuerza gastada en el mismo tiempo es 2212; la relacion $\frac{75}{100}$ ($=0,75=\frac{3}{4}$) de estos dos números es aun mayor que en los ejemplos precedentes *."

39 Pasemos ya á dar á conocer lo que resulta de la obra de *Mr. Brunacci.* Los tres fenómenos en que este Sabio funda su teoría física del ariete hidráulico, son los siguientes: 1.° Si en las partes colaterales de una vasija M, en que el nivel del agua se halle representado por AB (fig. 13), introducimos un tubo horizontal ED, de tal diámetro y longitud que pueda el agua salir á caño lleno por la boca EF, sucede: *que, abriendo de un golpe dicha boca* EF *del tubo, por lo cual quede franca la salida del agua, comenzará esta á salir formando un chorro* FG *casi á plomo; á poco rato, el chorro caerá mas léjos viniendo á estar representado por* FH; *despues se alejará todavía mas, hasta que, llegado por ejemplo á* FL, *no se estenderá mas allá del lugar donde cayó al principio, con tal que el agua de la vasija* M *no varíe de nivel, manteniéndose constante en el mismo, mediante el concurso de nuevo fluido, que reemplace al que sale por el tubo.*

Llama *chorro invariable* al FL, y á la distancia GL *anchura ó amplitud máxima del chorro ó tiro*; deduce: "1.° que la velocidad de la columna fluida CF, contenida en el tubo, es nula ó casi nula cuando empieza el rebosamiento por la boca EF, y que va siempre en aumento hasta que el chorro llegue á FL, esto es, hasta que se reduzca á invariable: entónces la velocidad es *máxima.* 2.° Que desde el punto, en que principia el rebosamiento, hasta

* Si comparamos el número 1665,70086 con el 2112,5 que nosotros sacamos en la nota anterior, resulta 0,788 que es aun mayor.

que el chorro se hace invariable, el agua tiene, en el tubo *ED*, un movimiento acelerado, y despues un movimiento igual y uniforme."

Pone por escolio, que *la amplitud* GL *del chorro invariable depende de la velocidad ocasionada por la altura del agua en la vasija*; pero modificada dicha velocidad por la resistencia que esperimenta el agua en su curso á lo largo del tubo *ED*, y por la resistencia del aire que halla el chorro. Despues añade. "Si en el mismo supuesto de ántes se cierra una porcion de la boca *EF* (fig. 14), de modo que no quede abierta sinó la porcion *EI*, estiéndese la rebosadura de la abertura *EI*, y formándose el chorro invariable *EK*, si de un golpe se quita el obstácalo ó impedimento *IF*, de modo qne la boca del tubo quede enteramente abierta, sucede: *que el chorro* EK *disminuye repentinamente en amplitud y llega á hacerse como* EH; *de aquí crece poco á poco en amplitud tornándose invariable en* EL *como en el caso arriba dicho.* La única diferencia consiste en que el punto *H* donde principia á caer el chorro, cuando se abre enteramente la boca, no está en un todo á plomo bajo de aquella, sinó que se aleja tanto mas, cuanto menor es la porcion que sale de la boca.

» 2.° *Fenómeno.* Si en una de las partes laterales de la vasija *M*, constantemente llena por el concurso de nueva agua, se introduce un tubo horizontal *DE* (fig. 15), como ya se ha dicho, y se deja salir el agua por la boca hasta que el chorro se haga invariable en *EL*, sucede: *que comprimiendo de un golpe, ó digámoslo así instantáneamente, la boca, poniendo en ella un impedimento* IF *dejando así abierta la sola parte* EI, *entónces súbitamente toma mayor amplitud el chorro, formándose una aspersion ó surtidero* EN, *el cual avanza á una distancia* GN *mucho mayor que la que alcanzaba el agua rebosante del tubo á boca llena ó caño lleno. Esta aspersion ó surtidero desde el punto en que aumenta la amplitud mengua sucesivamente hasta hacerse invariable en* EK, *y va á caer á la distancia* GK *que no se cambia ya cuando se conserva siempre la misma altura del agua en la vasija* M."

De donde infiere: "1.° que la velocidad del agua en el tubo *DE*, en el instante que se disminuye la boca del tubo, adquiría cierta magnitud, que va continuamente menguando hasta que el chorro se hace invariable en *EK*, y desde este momento se mantiene constante; 2° que el movimiento del agua en el tubo, durante el tiempo que empléa el chorro en hacerse invariable, es un movimiento retardado.

» 3.^{er} *Fenómeno.* Si cerrada enteramente la boca *EF* (fig. 15) del tubo, sus partes laterales pueden solo resistir la presion que hace el agua sostenida en el nivel *AB*, de modo que se rompiese al aumentar el nivel del agua en la vasija *M*, sucede: *que abierta la boca* EF, *y quedando libre la salida del agua á caño lleno, si de un golpe se cierra el desembocadero al agua, ó se impide parcialmente, entónces las partes laterales ceden, y si ántes eran capaces de resistir á la presion del agua estancada, ya no son suficientes á soportar el esfuerzo del agua desde el momento que á esta se le quita ó disminuye la salida.*"

Saca por consecuencia: "1.° este esfuerzo del agua sobre las partes laterales del tubo es mayor que su presion; 2.° si las partes laterales pudieran dilatarse, sin romperse, se estendería mucho mas por causa de aquel esfuerzo que solo en virtud de la presion; 3.° ejerciéndose el mencionado esfuerzo sobre una presion igual á la que esperimentarían las partes laterales por causa del fluido estancado en *AB*, vencería aquel esfuerzo."

Despues advierte *Mr. Brunacci*, que estos fenómenos se verifican aunque el tubo esté inclinado, ó tenga diversa figura: y despues corrobora todo esto con esperimentos.

40 En el capítulo 2.°, al esplicar los dos fenómenos hidráulicos, dice haber encontrado por esperiencia que *ménos tiempo se necesitaba para obtener el chorro ó tiro invariable cuando el tubo era mas corto*, á igualdad de las demas circunstancias; y al esplicar en el capítulo 3.° el 3.^{er} fenómeno, deduce: 1.° resulta de lo dicho hasta aquí, *que cuanto mayor sea la columna fluida que se detiene, y la velocidad de que se halla dotada, tanto mayor será la compresion que se haga sobre las partes colaterales*; y 2.° *que cuanto mas largo es el tubo, mayor el diámetro, y mayor la abertura del agua en el vaso, tanta mayor será la percusion sobre las partes colaterales*": y advierte pág. 28 que "*llama golpe de ariete al intervalo de tiempo que media entre dos cerramientos sucesivos de la válvula de detencion.*" Dice tambien: "Es cosa, que merece observarse, el ver que en todo golpe en que se cierra la válvula, el conducto tiene una pulsacion como si fuese una arteria, y á la vista se reconoce que se dilata y comprime. Así pues, en el momento en que se cierra dicha válvula, toda la máquina sufre un violentísimo sacudimiento que la empuja hácia adelante; y para impedir el efecto, es necesario cerrar el depósito y reunir tambien entre sí las piezas del conducto que no puedan separarse."

El ariete, de que hizo uso *Mr. Brunacci*, es el representado en la (fig. 16). Se compone 1.° del depósito *M*, en el cual el agua se mantiene constantemente al mismo nivel por la que se reemplaza; 2.° del cuerpo de ariete ó conducto *Q*, que termina en el depósito de aire *X* que tiene encima un tubo de ascension *LO*; 3.° de la válvula de ascension *p*, que se abre en el depósito de aire; la cual está destinada á impedir que el agua que se encuentra debajo de la campana, así como la elevada en el tubo ascendente, vuelva á bajar al conducto ó cuerpo del ariete; 4.° de la válvula de detencion *F* que se abre en el cuerpo del ariete, y que intercepta la salida á una porcion del agua que encierra. Esta válvula tiene una varilla, á cuyo estremo se halla una paleta inclinada *H*.

41 El efecto de este ariete depende de la percusion producida por la corriente de agua que atraviesa el tubo *Q*, y que deteniéndose repentinamente, al cerrarse la válvula de detencion *F*, ejerce su accion en la válvula ascensional *p*, que es la única parte móvil que el agua encuentra entónces. En el ariete, solo estas dos válvulas están en movimiento. La abertura de la válvula de detencion, dejando correr el agua, le hace volver á tomar la velocidad que necesita para obrar, y el cerrarse esta produce el choque. Abriéndose la válvula ascensional, deja paso libre al agua que entra en el depósito de aire *X* y en el tubo *LO*; y cerrándose, impide que el agua elevada vuelva á caer. Cuando una de ellas se abre, la otra se cierra y así sucesivamente.

42 El depósito de aire *X* causa dos efectos; el primero es disminuir la violencia del choque, haciéndole obrar sobre el aire, que está dotado de elasticidad; el segundo es producir, como en las bombas, un chorro continuo.

43 He aquí como obra el ariete. "Supóngase abierta la válvula *F*; el agua principiará á moverse en el tubo *Q*; y cuando haya adquirido bastante velocidad para que el surtidor vuelva á encontrar la paleta oblicua *H*, la válvula *F* se cerrará; entónces el agua contenida en el tubo *Q* ejerce un esfuerzo sobre sus paredes, procurando abrirse paso; y volviendo á encontrar la válvula *p*, ejerce sobre ella toda su accion; y abriendo la comunicacion entre el tubo y el depósito de aire, permite que el agua se introduzca en él, hasta que esperimente una resistencia que destruya toda su velocidad. Verificado esto, la válvula *p* debe necesariamente obedecer á la presion de la columna de agua que sostiene, y entónces se cierra.

• Al cerrarse la válvula *p*, se sigue un movimiento retrógrado del

agua en el tubo *Q*: movimiento producido por la elasticidad de este tubo, que se dilata en el momento que precede al choque, y se contrae despues. La retrogradacion de la columna de agua produce una especie de vacío detras de la válvula de detencion *F*; esta, comprimida por el peso del aire esterior y por el de la varilla, se ve precisada á volverse á abrir. El agua se escapa entónces por la abertura *E*, y vuelve á tomar su velocidad, choca contra la paleta oblicua que hace volver á subir la varilla de la válvula, que la corriente misma del agua cierra completamente. Entónces se verifica un segundo choque y así sucesivamente."

44 *Mr. Brunacci* ha observado en su ariete, que cada vez que la válvula de detencion se cerraba, el tubo *Q* sufria una especie de pùlsacion, y que se le veía de un modo muy sensible dilatarse y contraerse alternativamente. Ha notado tambien que entónces la máquina esperimentaba un sacudimiento muy violento, que la empujaba hácia adelante, y que la hubiera desconcertado si no hubiese estado plantificada con suficiente solidez. Y los principales resultados de sus esperimentos son los siguientes: 1.° El tubo de ascension *LO*, teniendo una longitud determinada de tres metros, si el agua llega al punto de desagüe en dos *arietazos*, necesitará 8 para llegar á una altura doble, 17 á una altura triple &c. De aquí se deduce que hasta que el agua llene todo el tubo de ascension *LO* y salga por el desagüe *P*, en todo golpe de ariete no sube la misma cantidad de agua, sinó una cantidad siempre menor. Por lo cual LL' será mayor que $L' L''$, y esta porcion mayor que $L'' L'''$ &c. 2.° La cantidad de agua que un cierto número de *arietazos* hace salir por el punto de derrame *P*, es tanto mas considerable, á igualdad de circunstancias, cuanto menor es la altura *LO* del tubo ascendente: de manera, que el producto del ariete hidráulico es tanto mas ventajoso, en un tiempo determinado como una hora, un dia &c., cuanto menor sea la altura á que eleve el agua. 3.° La longitud del tubo ó cuerpo del ariete *Q* tiene mucha influencia en el producto de la máquina; cuanto mas largo es, mas lo es tambien la duracion de cada arietazo; de manera, que si el ariete da 10 golpes en 20 segundos cuando el tubo tiene 12 metros de longitud, dará el mismo número de golpes en 14 segundos, si se reduce la longitud del conducto á 8 metros; y en 10 segundos, si se reduce á 4 metros ó cerca. Por manera, que en un tiempo determinado como una hora ó un dia, el ariete levantará menor cantidad de agua, por causa de esta mayor duracion de los golpes del ariete. 4.° La lon-

gitud del tubo *Q* retarda la velocidad de los golpes; pero, por otra parte, esta longitud aumenta la cantidad de agua que sube á cada golpe; de manera, que, cuando el conducto tenía 12 metros de longitud, y elevaba en 10 pies una cierta cantidad de agua á 3 metros de altura, reduciéndole á la longitud de 4 metros, solo elevaba la tercera parte próximamente, á igualdad de las demas circunstancias. Así, el aumento de longitud en el tubo *Q*, produce á un mismo tiempo pérdida y ganancia en la cantidad de agua que levanta el ariete; la pérdida depende del retardo de velocidad; la ganancia, de la mayor cantidad de agua levantada en cada golpe; debe pues haber una longitud determinada que dé el *máximo producto*, la cual sería muy útil conocer; pero *Brunacci* declara que el número de sus esperimentos no ha sido suficiente para determinarla. 5.° Si se aleja la paleta *H* de la embocadura *E*, se nota que los golpes son mas lentos, porque es necesario mas tiempo, ántes que el agua haya adquirido una velocidad suficiente para llegar al plano inclinado y hacerle subir; pero en recompensa nos muestra la esperiencia tambien á cada golpe, que la cantidad de agua elevada es mayor. Se tiene pues un medio fácil de aumentar ó disminuir la velocidad de los golpes; basta establecer la paleta *H* sobre la varilla, de modo que por medio de dos tuercas, pueda ir adelante y atras. Este mecanismo ingenioso es invento de *Brunacci*; y debe haber una posicion de la paleta que haga *máximo* este efecto. 6.° La cantidad de *agua perdida* (se llama así la que sale por la abertura *E*), es tanto mayor cuanto ménos acelerados son los golpes de ariete. 7.° Cuando se deja el depósito sin introducir nueva agua, se baja sucesivamente el nivel del fluido, y los golpes del ariete llegan á ser siempre ménos acelerados, á medida que se verifica aquella diminucion; y tambien el desagüe va disminuyendo contínuamente, bien que, ántes de cesar del todo, se hace intermitente.

45 En la pág. 31 dice: *se puede hacer de modo que la máquina obre sin dejar aire en la campana*: pero entónces es intermitente el chorro.

46 El cap. 7.° de la parte 1.ª lo destina *Brunacci* á manifestar el uso del aire encerrado en la campana del ariete; y en la pág. 49 pone el resultado de sus esperimentos en la tabla que vamos á insertar; en la cual los volúmenes están espresados en metros cúbicos y las superficies en metros cuadrados.

Los golpes de ariete en cada esperimento son 10. La longitud del conducto igual á $1^{m},614$; el área de la válvula de salida igual

$0^m,003823$; el área del tubo por donde sale el agua igual $0^m,00616$.

Número de los esperimentos.	Salida del agua.	Aire de la campana en el estado natural.	Agua levantada.
1	7,860	0,0000000	0,00152160
2	7,860	0,0032860	0,00608644
3	7,860	0,0128504	0,00992676
4	7,860	0,0586136	0,01091697
5	10,956	0,0032860	0,00352148
6	10,956	0,0128504	0,00752122
7	10,678	0,0586136	0,01580064

Por esta tabla aparece que aumentando la cantidad de aire en la campana se tiene mayor cantidad de agua elevada; y se puede preguntar si esta ventaja crecerá indefinidamente. Para responder á tal pregunta, observa *Brunacci* que cuanta mayor es la cantidad de aire contenido en la campana, tanto mayor es el tiempo que el agua tarda para entrar en ella; porque la resistencia que el agua encuentra creciendo mas lentamente, mayor tiempo se necesita para estinguir el choque del agua: por tal motivo, pues, cada golpe será de mayor duracion, y el ariete no dará en una hora, por ejemplo, sinó un número menor. Luego, si por una parte, aumentándose el aire, causa ventaja, en cuanto cada golpe es mas abundante de agua elevada, por otra parte causa perjuicio, porque cada golpe dura mas; por lo cual, en determinado tiempo, como por ejemplo en una hora, entran ménos golpes; luego puede tal vez ser mayor la pérdida que la ganancia. Resultando de todo lo que espone, y que dice se halla confirmado por los esperimentos del Profesor *Delnegro*, que "*si la abertura del tubo ascendente es igual ó mayor que la embocadura del tubo horizontal ó cuerpo del ariete, el depósito de aire no aumenta la cantidad de agua elevada*; pero *que si la abertura del tubo ascendente es menor, entónces el aire contenido en el depósito produce efectivamente un aumento en la cantidad de agua elevada; y este aumento es tanto mayor, cuanto menor es dicha abertura en igualdad de circunstancias.*"

47 El aumento, de que acabamos de hablar, es mayor cuando la capacidad del depósito es considerable; pero esto solo se verifica hasta cierto punto, pasado el cual esta capacidad viene á ser mas perjudicial que útil. Porque mientras mas aire hay en el depósito, y

con mas abundancia entra el agua en él á cada golpe, mas disminuye tambien el número de los golpes: de manera, que debe existir una magnitud determinada en el depósito que produzca el *máximo.* El depósito de aire disminuye la conmocion que el choque hace sufrir á la máquina; pero este efecto solo tiene lugar en los casos en que la abertura del tubo vertical es menor que la del tubo horizontal; y es tánto mayor, cuanto lo es la diferencia de las aberturas.

48 En la *segunda parte*, que contiene la teoría geométrica del ariete, toma por base de su cálculo la hipótesis de que *sea un momento indivisible el tiempo del cerramiento y abertura tanto de la válvula que cierra como el de la válvula de salida*; y aunque es verdad que este tiempo sea muy pequeño, y que no se puede hacer sensible á ningun instrumento, sin embargo, juzgamos que dicha hipótesis podrá no ser de todo punto exacta.

49 En la *tercera parte* compara la teoría con la práctica; principia dando valores numéricos á las cantidades de que hace uso en la segunda parte; y comete el descuido ó error general en que incurren todos los Autores de hacer uso de la fuerza de la gravedad en París; lo cual no es exacto para todos los parages, segun tantas veces hemos manifestado ya en esta obra, y con especialidad (§ 29 Lib. 3.º). Advierte al principio del capítulo tercero, página 158 que el ariete hidráulico, con que ha hecho los esperimentos, es el que declaró en el capítulo quinto de la primera parte; y las dimensiones de cada una de sus piezas son las mismas que había ya dado al ariete hipotético que ántes había ideado.

50 Pone al fin de este capítulo, el resultado de los esperimentos que hizo con arietes de diferentes dimensiones para reconocer la cantidad de agua elevada en una hora; la cantidad perdida en el mismo tiempo, y el número de golpes de ariete. La tabla siguiente, que hemos estraido de la que pone *Mr. Branacci* página 169 contiene los resultados de sus muchos esperimentos. Yo he añadido la sexta y séptima columnas, porque son de la mayor importancia para nuestro objeto. Se debe notar que la altura de la caida del agua empleada, ha sido constantemente de $1^{m},172$ (4,2 pies esp.) El diámetro del tubo inferior de los arietes ha sido siempre de $0^{m},1$ (0,3589 pies esp.); el diámetro del tubo de ascension de $0^{m},0028$ (0,01 pies esp.); el depósito de aire tenía $1^{m},02$ (3,66 pies esp.) de altura, y $0^{m},29$ (1,04 pies esp.) de diámetro.

Longitud del tubo horizontal.	Altura del tubo vertical tomada sobre la válvula.	Número de arietazos por hora.	Cantidad de agua elevada en una hora.	Cantidad de agua perdida en una hora.	Efecto útil.	Relacion de la altura á que se eleva el agua con la de caida.
metros.	metros.		metros cúbicos.	metros cúbicos		
11,615	13,430	1384,61	0,7461000	15,1697355	0,537	11,46
	10,956	1636,36	1,0959627	15,1884344	0,629	9,35
	7,860	1756,09	1,6172552	15,4981545	0,634	6,71
	4,678	1894,74	2,5329846	14,9918627	0,577	3,99
7,936	13,430	2057,14	0,4824576	12,9902010	0,410	11,46
	10,956	2117,65	0,7907379	13,5333762	0,516	9,35
	7,860	2250,00	1,2243690	13,6944900	0,551	6,71
	4,678	2271,43	2,1749888	13,6944900	0,547	3,99
4,218	13,430	3130,44	0,2911148	13,3724240	0,244	11,46
	10,956	3428,57	0,5216948	14,0857189	0,334	9,35
	7,860	3428,57	0,7767670	14,0857189	0,351	6,71
	4,678	3600,00	1,4877324	14,2422696	0,373	3,99

51 En el capítulo cuarto, de dicha tercera parte compara *Brunacci* los resultados de la teoría con los de la esperiencia; y dice página 172 "aquí se ve que nuestras fórmulas concuerdan enteramente con la esperiencia, pues las pequeñísimas diferencias que hay entre las velocidades de la esperiencia 2,851; 2,761; 2,314; y las dadas por la fórmula, que son 2,913; 2,742; 2,601; ademas de ser de poca consideracion, se pueden tambien atribuir á no haberse introducido en el cálculo ciertas circunstancias..........." Esta diferencia es, en el primer caso $\frac{1}{46}$; en el segundo $\frac{1}{38}$, y en el tercero $\frac{1}{8}$; y como en el primero y tercer caso los resultados de la esperiencia son menores que los de la teoría, y en el segundo se verifica lo contrario, inferimos que se debe considerar como un triunfo del cálculo, y del ingenio humano el haber encontrado tan poca discordancia en los resultados de un fenómeno que tanta complicacion envuelve: haciendo concebir la lisonjera esperanza de que, si se atendiese á la verdadera fuerza de la gravedad, y se repitiesen y variasen convenientemente los esperimentos, acaso se llegaría á obtener una total conformidad, ó al ménos una aproximacion suficiente.

52 *Brunacci* compara los resultados que da la teoría con los de la esperiencia, sobre la cantidad de agua que se eleva en cada golpe de ariete; y en el § 234 deduce que *"las cantidades de agua, que*

da la esperiencia, son un poco menores que las que da el cálculo." Sin embargo, la diferencia llega á ser en un caso $\frac{1}{9}$; en otro $\frac{1}{21}$; y en otro $\frac{1}{3}$ de la que da la esperiencia; lo cual me parece de consideracion.

53 En el § 237 deduce que "*el tiempo dado por la esperiencia es mayor que el dado por el cálculo, y la cantidad de agua perdida, dada por la esperiencia, es menor que la dada por el cálculo.*" Esta diferencia, dice *Brunacci*, "proviene de algunas circunstancias que no pueden calcularse."

54 Y el § 238 añade que "*los esperimentos confirman enteramente todos los teoremas demostrados en la teoría física.* En efecto, hemos dicho allí, que cuanto mas corto es el conducto de la máquina, tanto ménos es el agua elevada, y los esperimentos lo prueban con evidencia. Suponiendo la misma longitud del conducto, los golpes del ariete son tanto mas lentos y mayor la cantidad de agua elevada y la perdida, cuanto mayor es la distancia de la paleta al desembocadero: y todo esto se halla confirmado por los esperimentos."

55 El contenido del capítulo 5.° es *observaciones sobre los referidos esperimentos*; y en el § 243 dice: "Previas estas observaciones y razonamientos, he aquí las diferencias que se observan en los esperimentos: 1.ª cuanto mas crece la longitud del tubo vertical, esto es, cuanto mayor es la altura á que quiere elevarse el agua, tanto mayor (en igualdad de circunstancias) es la duracion de los golpes del ariete; 2.° estos incrementos de tiempo son tanto menores, cuanto mayor es la velocidad del agua en el acto del cerramiento de la válvula que cierra; 3.° creciendo la altura del tubo vertical, unas veces crece el agua perdida, otras mengua, y otras se conserva constante."

56 Y por último pone la siguiente «*Conclusion.* De todo lo espuesto en el Tratado del ariete hidráulico, se puede inferir: 1.° que se conocen cuantas causas tienen parte en los sorprendentes efectos del ariete; 2.° que tambien se conoce como ha de obrar cada una de ellas para aumentar ó disminuir el efecto de la máquina; 3.° que sabemos tambien cual es el cambio ó mutacion en las partes de la máquina y sus dimensiones que producen ventaja ó perjuicio; 4.° que podemos dar razon de los mas pequeños fenómenos que se observan en el juego ú operacion del ariete hidráulico; 5.° que hemos sujetado al imperio de la Geometría la medida de aquellas razones y el cómputo de los efectos producidos por ellas; 6.° que por últi-

mo, la teoría de esta máquina está en el mismo grado en que se halla la teoría de las mas sencillas y mas conocidas máquinas mecánicas é hidráulicas.

»Es verdad que tal vez no hayamos llegado á tales resultados sinó por via de aproximacion. Mas, como hemos dicho en el discurso preliminar, cualquiera habrá podido reconocer que esto depende del actual estado de la Análisis, en el cual se encuentran frecuentemente ecuaciones diferenciales que exactamente no se pueden integrar, y no se conoce todavía un método apto para resolver la ecuacion en que la incógnita se halle bajo la forma algebráica y trascendente.

»Por lo que respecta á la correspondencia entre los resultados de la teoría y los esperimentos, he hecho ver cuales son los motivos á merced de los cuales no puede ser aquella tan perfecta como cada uno quisiera; de modo que me lisongéo, que no habrá ninguno que, despues de haber leido la tercera parte del Tratado, deje de convenir plenamente en cuanto he asegurado en el mencionado discurso preliminar, esto es, que la primera razon de la discordancia nace de no poder computar ciertos elementos, cuya naturaleza se sabe como en globo, y sobre los cuales no se han hecho esperimentos naturales para conocer su fuerza. Sea por ejemplo la elasticidad de las paredes del conducto: se sabe que aquellas, en virtud de los sacudimientos del agua, se estenderán y despues volverán á cerrarse y comprimirse, por decirlo así, sobre el agua para empujarla ó impelerla atras: pero enteramente se ignora la regla por la cual suceden estas operaciones."

57 Por lo espuesto (13) aparece que *Mr. Eytelwein*, despues de haber trabajado mucho acerca del ariete, se convenció de que no se podía sujetar á una teoría geométrica rigorosa. No obstante, los esperimentos de este Sabio concurren con los de *Brunacci*, para probar que la caida y la altura de ascension influyen sobre la relacion de los efectos que producen los arietes mejor dispuestos; y que estos efectos disminuyen á medida que aumenta la relacion entre la caida y la altura de ascension. *Mr. Eytelwein* pone una tabla de lo que disminuye esta relacion hasta el caso en que la altura de ascension es 20 veces mayor que la altura de caida, y esta tabla es la que forman las dos primeras columnas de la siguiente

Tabla que contiene el efecto útil que, segun Mr. Eytelwein, corresponde á las diversas relaciones de la altura de ascension con la de caida, desde 1 hasta 20, y la cantidad de agua que se eleva, calculada por mí: así como las cantidades de agua, eleva-

da y perdida, calculadas por mí hasta la relacion 40 de la altura de ascension con la de caida; segun las noticias que me dió Mr. Francisco Montgolfier; y las que yo tengo calculadas, hallando de antemano, por los arietes ya en ejercicio, la fórmula mas exacta que se conoce.

Relacion de la altura de ascension á la de caida.	Relacion del efecto útil á la cantidad de fuerza motriz gastada segun *Mr. Eytelwein.*	Cantidad de agua elevada que corresponde á este efecto útil de *Mr. Eytelwein*, calculada por mí.	Cantidades de agua, elevada y perdida segun la doctrina de *Mr. Francisco Montgolfier*, calculadas por mí en virtud de lo que se expondrá (88), y tomando por unidad la cantidad total de agua que suministra la fuente ó manantial del *ariete*.		Cantidades de agua, elevada y perdida, segun Vallejo, por la fórmula que deducirémos (102) en virtud de los datos reales y efectivos que suministran los *arietes existentes.*	
			agua elevada.	agua perdida.	agua elevada.	agua perdida.
1 ó igualdad	0,920	0,920	0,667	0,333	0,661	0,339
2 entre ambas alturas	0,837	0,419	0,333	0,667	0,330	0,670
3	0,774	0,258	0,222	0,778	0,220	0,780
4	0,720	0,180	0,167	0,833	0,165	0,835
5	0,673	0,135	0,133	0,867	0,132	0,868
6	0,630	0,105	0,111	0,889	0,110	0,890
7	0,591	0,084	0,095	0,905	0,094	0,906
8	0,555	0,069	0,083	0,917	0,082	0,918
9	0,520	0,058	0,074	0,926	0,073	0,927
10	0,488	0,049	0,067	0,933	0,066	0,934
11	0,457	0,042	0,061	0,939	0,060	0,940
12	0,427	0,036	0,056	0,944	0,055	0,945
13	0,399	0,031	0,051	0,949	0,050	0,950
14	0,372	0,027	0,048	0,952	0,047	0,953
15	0,345	0,023	0,044	0,956	0,044	0,956
16	0,320	0,020	0,042	0,958	0,041	0,959
17	0,295	0,017	0,039	0,961	0,038	0,962
18	0,272	0,015	0,037	0,963	0,036	0,964
19	0,248	0,013	0,035	0,965	0,034	0,966
20	0,226	0,011	0,033	0,967	0,033	0,967
21			0,032	0,968	0,031	0,969
22			0,030	0,970	0,030	0,970
23			0,029	0,971	0,028	0,972
24			0,028	0,972	0,027	0,973
25			0,027	0,973	0,026	0,974
26			0,026	0,974	0,025	0,975
27			0,025	0,975	0,024	0,976
28			0,024	0,976	0,023	0,977
29			0,023	0,977	0,022	0,978
30			0,022	0,978	0,022	0,978
31			0,022	0,978	0,021	0,979
32			0,021	0,979	0,020	0,980
33			0,020	0,980	0,020	0,980
34			0,020	0,980	0,019	0,981
35			0,019	0,981	0,018	0,982
36			0,019	0,981	0,018	0,982
37			0,018	0,982	0,017	0,983
38			0,018	0,982	0,017	0,983
39			0,017	0,983	0,016	0,984
40			0,017	0,983	0,016	0,984

Los números, puestos en la segunda columna de esta tabla, presentan dudas acerca de lo que *Mr. Eytelwein* entiende por *efecto útil*; pues si se tomase esta palabra en el mismo sentido que *Mr. Hachette*, que es como yo la tomo, entónces resultaría lo siguiente: llamando x la cantidad de agua levantada, por ejemplo, á la altura 20 veces mayor que la de la caida, tendrémos que el efecto útil estará espresado (§ 11 L. 5.°) por $x.20=20x$. Ahora, tomando por unidad de volúmen la cantidad de agua gastada ó que suministra la caida, y por unidad de altura, la de la caida; la cantidad de fuerza motriz gastada, que es la suministrada por el agua de la caida, estará espresada (§ 11 L. 5.°) por $1.1=1$; y como la relacion del efecto útil á la cantidad de fuerza motriz gastada, en el caso de ser la altura de ascension 20 veces la de caida, es por la segunda columna de la tabla 0,226; deberémos tener $\frac{20x}{1}=0,226$, que despejando x, resulta $x=\frac{0,226}{20}=0,0113=\frac{113}{10000}=\frac{1}{88}$ *. Lo cual nos manifiesta que la cantidad de agua elevada á la altura 20 veces mayor que la caida es $\frac{1}{88}$ de la cantidad de agua gastada; y como por los datos que me suministró *Mr. Montgolfier*, hijo, que insertarémos (74), á *una ascension cuarenta veces mayor que la altura de caida, se eleva una cantidad de agua que es* $\frac{1}{65}$ *de la gastada*, y esto se puede reputar como un dato de la esperiencia, resulta que la teoría de *Mr. Eytelwein* dista mucho de tener aquel grado de exactitud, que se requiere, segun opinaba el mismo *Mr. Eytelwein*, y aparece (13).

58 Sin embargo, los valores de *Mr. Eytelwein* insertos en las dos primeras columnas de la precedente tabla, aunque no se puedan considerar como exactos en términos absolutos, presentan una ley por la cual la relacion de estos números entre sí pueda considerarse como suficientemente aproximada. Por ejemplo, *Eytelwein* juzga que en el caso en que se trata de elevar el agua á una altura considerable por medio de una pequeña caida, sería mas ventajoso servirse de muchos arietes dispuestos á diversas alturas, que el emplear uno solo que elevase el agua de una vez. El primer ariete

* Por este procedimiento he calculado la cantidad de agua elevada en cada caso, y son los valores puestos en la tercera columna de la tabla.

descargaría el agua en un depósito cuyo desagüe se halle colocado algunos pies mas bajo que el punto mas alto del tubo ascendente; esta disposicion formaría una caida de agua que pondría en actividad ó accion á un segundo ariete, cuyo tubo horizontal estuviese colocado en este depósito; de este segundo ariete podría trasmitirse el agua á otro tercero; y así sucesivamente: lo cual está comprobado tambien por los resultados tanto de *Mr. Montgolfier* como mios, insertos en la tabla precedente; y esto puede producir muchas ventajas en las aplicaciones del ariete en las localidades que presenta el suelo español, como manifestarémos en adelante.

59 *Mr. Eytelwein* ha comparado el efecto del ariete al de las bombas movidas por una rueda de cajones, y ha encontrado: 1.º que si la altura de ascension es cuádrupla de la de caida, el ariete eleva cerca de un séptimo mas de agua que las bombas; 2.º que si la altura de ascension es séstupla de la caida, los efectos de las dos máquinas serán iguales; 3.º que si esta altura es superior, el ariete no podría ser empleado con ventajas, á ménos de no aumentar sus efectos aplicando un ariete doble ó de dos pisos.

El ariete, comparado con las bombas movidas por una rueda de paletas, da un efecto mayor, si la altura de ascension es menor que doce veces la de la caida; en este último caso las bombas son preferibles.

60 *Eytelwein* ha hecho tambien investigaciones interesantes sobre la colocacion y dimensiones mas convenientes á las diversas partes de un ariete; y ha encontrado: 1.º que en ningun caso es ventajoso dar al orificio de la válvula un diámetro menor que al conducto ó cuerpo del ariete; por disminuirse con esto, no solamente la relacion de los efectos, sinó aun la cantidad de agua que se debe elevar. Habría ménos inconveniente en hacer la abertura de la válvula mayor que el diámetro del conducto. Así, para que un ariete se halle bien construido, es necesario que el orificio de la válvula de detencion sea un poco mayor que la seccion trasversal ó perpendicular al eje del conducto; ó que el diámetro de la abertura sea un poco mayor que el diámetro del conducto; 2.º que cuanta ménos longitud tiene el conducto, mas se debe abrir la válvula; y cuanto ménos se abra, mas disminuye la relacion entre la caida y la altura de ascension; 3.º que es ventajoso no dar á la válvula de detencion sinó el peso necesario para asegurar la solidez del ariete; 4.º que la posicion mas ventajosa de la válvula de detencion es cuando está colocado lo mas cerca posible del depósito de aire; 5.º que

para determinar el diámetro del conducto ó cuerpo del ariete mas aproximado al ariete hidráulico, no hay que separarse de la regla práctica siguiente: *Estraer la raiz cuadrada de la cantidad de agua empleada, espresada en pulgadas cúbicas, y dividir el cociente por* 25; y para determinar la longitud de este conducto, *tomar la longitud del tubo ascendente mas el valor doble de la relacion de la caida á la altura de ascension*; 6.º que el tubo de ascension debe colocarse verticalmente y no encurvarse junto á su embocadura: sin esta circunstancia sería demasiado fuertemente conmovido por el choque del agua, contra el codo de su embocadura, y se perdería parte de la fuerza; 7.º que es necesario que el diámetro del tubo ascendente no sea demasiado pequeño; y que la dimension, que mas conviene, es la mitad del diámetro del conducto: 8.º que resulta ventaja y economía en construir el conducto y el tubo de ascension de fundicion de fierro; el depósito de aire y la caja de válvula de cobre rojo, y de laton todas las válvulas y el grifo del conducto. En las máquinas de muy grandes dimensiones, se podrían emplear cajas de válvulas y depósitos de aire de fundicion de fierro. Es necesario que la lengüeta de la válvula de detencion sea de laton bien forjado en frio.

61 *Mr. Borgnis*, en su tomo de *Máquinas Hidráulicas*, página 100, dice: "Parece que el mayor ariete que se conoce, es el que *MMrs. Watt y Bolton* han construido en Soho. El conducto ó tubo horizontal de este ariete tiene tres decímetros y medio de diámetro (1 pie y 3 pulgadas españolas); está movido por una caida de un metro de altura (3,589 pies españoles); y eleva el agua á nueve metros (32,3 pies españoles) de altura vertical. Segun *Montgolfier* este ariete eleva 224 metros cúbicos de agua al dia *.

62 »*Mr. Fay Sathonay*, en Lion, ha hecho construir en 1807 un ariete movido por una caida de agua de diez metros y medio (37,68 pies españoles). El conducto tiene 36 metros (129,2 pies españoles); el agua se eleva á la altura de 36 metros por un tubo inclinado de 230 metros de longitud; la cantidad de agua motriz es de 83 litras y media en un minuto; el agua elevada es la quinta parte de esta cantidad, lo que da cerca de 24 metros cúbicos de agua cada dia **.

---

* No se puede calcular el efecto útil, porque no espresa el agua que se pierde ni el agua que se empléa.

** Calculando el efecto útil, resulta 0,686; y siendo la relacion de

63 »Un ariete construido en Senlis en casa de *Mr. Turquet*, gastaba en tres minutos 1639 litras; el producto en el mismo tiempo era de 268 litras elevadas á 14 pies y 2 pulgadas. La caida de la fuente que ponía en accion este ariete era de 3 pies y 2 pulgadas de altura *

64 En el año 12 se hizo en la Escuela Politécnica un esperimento con un ariete. La altura de caida era 1,82 metros; la de ascension 11,66 metros, el tubo de la columna activa tenía 54 milímetros de diámetro y 10 metros de longitud; el tubo ascendente, que era de hoja de lata, tenía dos centímetros de diámetro, y 11,66 metros de elevacion; su longitud total era de 3267 metros. La válvula de salida se cerraba 40 á 42 veces por minuto. Agua caida en 10

minutos. . . . . 493,7 litras.

Agua elevada. . . . . 51,8 **.

65 »Un ariete construido por *Montgolfier* en París, calle de los Judíos, ha dado los resultados siguientes: la caida era de $2^m,6$; la columna activa tenía $0^m,108$ de diámetro; la columna pasiva $0^m,054$ de diámetro y $10^m,4$ de longitud. El conducto de elevacion, incluso el tubo ascendente, era de 29 metros de longitud, su diámetro interior de $0^m,127$; la altura á que el agua era elevada de $16^m,06$; la válvula de derrame se cerraba 104 veces por minuto.

Agua gastada en 10 minutos.. . . . . . 676 litras.

Agua elevada en el mismo tiempo.. . . . 62,4 ***.

---

la altura empleada con la de caida igual con 3,428, resulta un efecto útil menor que el de *Eytelwein*, que para tres veces la altura pone 0,774; y para 4 veces la altura 0,720; de manera que para 3,428 debería ser 0,751. Luego hay una sensible discordancia en los resultados de *Mr. Eytelwein*. Esta diferencia puede muy bien provenir de la diferencia de la gravedad en Berlin, donde parece que *Mr. Eytelwein* ha hecho sus investigaciones, y la de Lion, donde ha operado el ariete, que efectivamente es ya de alguna consideracion. Ademas, este ariete que parece ser el mismo, de que hemos hablado (36) con referencia á *Mr. Hachette*, difiere algo en los resultados, que pone *Mr. Hachette* comparados con los de *Mr. Borgnis*.

* El efecto útil es 0,731 siendo la relacion de las alturas 4,474, que tambien es diferente de los datos y resultado puesto (36) con referencia á *Mr. Hachette*

** Para calcular el efecto útil ocurre la duda de si las 493,7 litras, que pone *Mr. Borgnis* como agua *caida*, es el *agua total gastada*, esto es, la que entra por la boca del ariete, ó es el agua *perdida* que es la que sale por la abertura de la válvula de detencion. En el primer caso, el efecto útil es 0,672.

Pero si por el *agua caida* se entiende el agua perdida, esto es, la que sale por la válvula de detencion, entónces el efecto útil es 0,608.

*** El efecto útil es 0,570, siendo la relacion de las alturas 6,177.

66 »Hay tres especies de arietes: 1.° los arietes simples de tubos fijos; 2.° los arietes aspiradores; 3.° los arietes de tubos móviles. Se emplean muchas variedades de arietes simples, que se construyen bajo el mismo principio, pero que difieren por la disposicion de sus partes apropiadas á las localidades en que se deben colocar,...... y en la pág. 106 describe el *ariete de flujo y reflujo* en estos términos: «Estos arietes deben tener dos válvulas de detencion, dos válvulas de ascension, dos depósitos de aire, y en fin dos tubos ascendentes; en una palabra, son dos arietes unidos, de los cuales el uno sirve para el flujo y el otro para el reflujo. Las (figs. 17 y 18) indican dos disposiciones del ariete de flujo y reflujo. En ambas, se halla representado el cuerpo del ariete por *CC*; las válvulas de detencion por *BB*; las de ascension por *AA*; los depósitos de aire por *II*; y los tubos ascendentes por *DD*. Los arietes de flujo y reflujo están destinados á levantar el agua del mar para las salinas y otros usos."

En España puede ser de la mayor importancia el uso de este ariete para la formacion de la sal. En efecto, es bien conocido el modo con que la sacan en la Isla de Leon. Está reducido á que, durante el flujo ó la alta maréa, abren las compuertas ó entradas de unas grandes balsas para que pase el agua hasta la mayor altura de que es susceptible; despues ponen la compuerta ó cierran la comunicacion con el mar, y queda estancada aquella cantidad de agua en las mencionadas balsas; el calor del sol evapora el agua contenida en ellas, y hace que la sal se precipite al fondo; la sacan y amontonan, y despues la venden.

Este método solo es aplicable á aquellas localidades en que el terreno próximo al mar se halle mas alto que este, solo la cantidad que espresa la diferencia de altura vertical de las aguas entre el flujo y reflujo, que viene á ser unos 20 pies; y en las localidades en que los terrenos inmediatos al mar están mas altos, ya no puede tener esto aplicacion. Pero como un ariete eleva las aguas hasta 40 veces la altura, aunque supongamos que no se aprovechen sinó 10 pies de diferencia de nivel entre las alturas del agua en el flujo y el reflujo, podrémos elevar el agua hasta 400 pies de altura, que es mucho mayor que la que presenta la parte litoral de España; y como en nuestras costas meridionales hay suficiente calor, podrían resultar muchas ventajas de su introduccion.

67 "Se empléa (dice *Mr. Borgnis* pág. 103) para la construccion del cuerpo del ariete, la fundicion de fierro, el cobre batido, y el plomo colado y laminado, y aun la madera para las pequeñas al-

turas *. Las cabezas de los arietes son de fundicion de fierro ó de cobre.

» El dique *B* (fig. 6) puede ser reemplazado por una simple calzada de tierra sostenida por estacas entrelazadas con fuertes zarzos; el registro puede serlo tambien por una caja con su tapa todo de madera muy fuerte de roble.

» Se tiene cuidado de poner á un pie ó dos, ántes de la entrada del cuerpo del ariete, una reja de fierro, cobre, plomo, ó madera suficientemente espesa para oponerse á la introduccion de los juncos, hojas y otros cuerpos estraños; es necesario que el conjunto de las aberturas que tenga, sea lo ménos cinco veces mas que la superficie de una seccion del tubo, y tener cuidado de limpiarla con frecuencia.

68 Acerca de la estructura de las diversas válvulas, dice *Mr. Borgnis* pág. 107: "*Montgolfier* prefería á todas las demas válvulas, globos retenidos por cima de las aberturas, que deben cerrar en una especie de caja formada por la reunion de algunas varillas de cobre rojo ó de estaño; estos globos se hallan contenidos por las paredes interiores de estas aberturas, donde se aplican sobre una guarnicion compuesta de bandas de fierro cortadas diagonalmente á la direccion de los hilos de la urdimbre. Estas bandas, despues de sumergidas en una brea caliente, se arrollan dándoles muchas vueltas sobre una rodaja de plomo, de un diámetro menor en un cuarto, que el del globo que se amolda de algun modo en esta pieza, lo que no deja absolutamente ningun paso al agua. La forma perfectamente esférica de estos globos, hace que importe poco la parte por donde se apliquen sobre las paredes de la abertura. Esta disposicion precave todo accidente, y los globos, de una materia dura y pulimentada, comprimidos y frotados ya en un punto, ya en otro, no sufren ninguna mudanza de forma, aun cuando hayan servido largo tiempo **.

69 » Despues de haber ensayado globos, ya huecos, ya sólidos de un gran número de sustancias, *Mr. Montgolfier*, hijo, ha reconocido que se deberían preferir en la práctica, globos llenos, y hechos de ágata, si se pudiesen obtener fácilmente y baratos, que sean perfectamente esféricos; pero solamente para los diámetros de ménos de

* Tambien podrían servir los tubos de cáñamo sin costura, cuyo secreto de fabricacion poséo yo y comunicaré á quien trate de ponerlo en ejecucion.

** Yo he visto válvulas de estas, que, despues de 20 años de servicio, se hallaban mas perfectas que nuevas, pues estaban mas lisas.

tres pulgadas. Para diámetros mayores se deben preferir globos huecos de cobre ó de fierro fundido, de un grueso tal que no pesen mas de dos veces el volúmen de agua desalojada.

»*Belidor* y otros Autores indicaron el uso de estos globos; mas parece que no habiendo tomado las precauciones, que acabamos de describir, su uso estaba sujeto á inconvenientes que los habían hecho despreciar hasta ahora.

»La válvula de detencion del ariete se cierra por el impulso de la corriente de agua en el tubo; pero es necesario una fuerza estraña para abrirla. Se empléa, pues, para este efecto, ya un resorte que haga compresion contra la cola de esta válvula, ya un peso colocado al estremo de una varilla, y adaptado á la válvula, de tal suerte que forme un ángulo recto con su plano. Este peso debe colocarse de manera que se pueda aproximar y separar de la válvula, haciéndole correr un cierto espacio á lo largo de la varilla; se detiene con una rosca de presion. *Mr. Brunacci* ha dado á este peso una forma muy ingeniosa; son dos planos inclinados que se reunen en el punto mas bajo como se ve en la (fig. 16). Cuando la válvula *F* está abierta, el peso *H* se halla en la posicion indicada por las líneas de puntos; entónces el agua sale libremente; el peso ó paleta *H* debe estar á una distancia tal del estremo del conducto, que el tiro ó chorro de agua que sale de él vaya á dar al plano inclinado que presenta cuando la corriente ha adquirido la velocidad conveniente. Este peso, chocado oblicuamente, hace que suba la espiga; la válvula principiando á cerrarse, acelera el que la cierre la corriente. Cuando despues se extingue la velocidad de la corriente, el peso *H*, ayudado por el movimiento retrógrado de la masa de agua contenida en el conducto, abre la válvula. Se concibe fácilmente, que con esta disposicion, á un mismo tiempo simple é ingeniosa, se tiene la facultad de acelerar ó retardar las pulsaciones del ariete, que serán tanto mas rápidas, cuanto mas cerca de la válvula se hace la paleta........"

Al hablar de los arietes de tubos móviles, dice pág. 109.

"*Máquinas de Demours*. Esta máquina, aprobada por la *Academia de las Ciencias*, es tal vez la mas antigua de todas estas invenciones. Esta se ha reproducido en diferentes épocas con algunas modificacienes. Así, *Mr. Ducrest* ha hecho su bomba giratoria, *Mr. Viallon* su doble (serpenteau); *Bolton* su ariete giratorio, de tubo vertical: *Mr. West* su espiral giratoria. Pero todas estas máquinas son mas curiosas que útiles y no nos detendrémos en ellas."

70 *Mr. Navier* en el (§ 165) de la 3.ª parte de sus lecciones de Mecánica aplicada, trata del ariete, y dice lo siguiente: "Se ha hecho en el encerado la descripcion de esta máquina, y se ha esplicado su modo de obrar. Se puede ver esta descripcion en el tratado de *Mr. Hachette*. El ariete hidráulico ha sido imaginado y construido en 1796 por *Montgolfier*. Los ingleses reclaman la invencion para *Mr. Whitchurst*, que ha publicado en 1775 en las *Transacciones filosóficas* la descripcion de una máquina que difiere únicamente del ariete hidráulico en que la válvula de derrame se reemplaza por un grifo. El ariete hidráulico no se ha podido someter hasta ahora á un cálculo riguroso; pero se percibe fácilmente que el límite teórico de la relacion del efecto útil á la cantidad de accion gastada es la unidad. En la práctica, la relacion parece estar comprendida entre 0,6 y 0,65 para los mejores arietes."

Juzgamos que no estará demas advertir, que *Mr. Navier* incluye esto del ariete al hablar de las máquinas que sirven para elevar el agua, y en que el agua sola sirve de motor; y que ante todas cosas se propone examinar si es mas ventajoso en este caso tomar el agua que se ha de elevar en el trámite superior (lo que disminuye la altura á que será necesario elevarla), ó en el trámite inferior (lo que aumenta el volúmen de agua que puede obrar sobre la máquina); y deduce que *es mejor tomar el agua en el trámite superior*.

71 El ariete hidráulico se halla clasificado en la pág. 8 de la obra de los célebres Españoles *Don José Lanz* y *Don Agustin de Betancourt* intitulada: *Ensayo sobre la composicion de las máquinas*, como una máquina que convierte el movimiento de la corriente ó caida de agua, que consideran obrar en una direccion constante y rectilinea, en otro movimiento tambien rectilineo, pero que puede ser continuo y tambien alternado.

72 Para no dejar nada que desear, pondrémos aquí la esplicacion que hace *Mr. Christian* del ariete hidráulico (fig. 19), que difiere algo de las demas, á fin de presentar ejemplos de todo lo que pueda conducir á perfeccionar este invento, que es uno de los mas adecuados para satisfacer las necesidades acuáticas de la España.

En la espresada (fig. 19), dice pág. 394 del tomo 3.º. "*A* representa el dique ó ataquía que contiene el agua en un depósito superior al nivel del dique *ab*. *B*, nivel del depósito inferior; la altura de la caida ó la diferencia de nivel se halla representada por la línea *ac*. *C*, tubo cilíndrico de fundicion de fierro, por el cual pasa el agua del depósito superior al inferior. *D*, salida del agua sobre la

válvula *E*, que cierra de abajo arriba, pero cuyo peso específico es tal, que no escede á dos veces el del agua: darémos pronto la razon. *F*, tubo cuadrado vertical, que es continuacion del precedente, y que se halla terminado en su parte superior por un arco abovedado *d*. *G* válvula, que permite al agua salir del tubo *F* y que se opone á su vuelta. *H*, depósito de aire destinado á hacer continuo el chorro. *I* tubo ascensional. *J* tubo de descarga. El ariete se halla representado en el instante en que la válvula *E* acaba de cerrarse, por efecto de la velocidad acelerada del agua que se escapaba por la salida *D*, y que, habiendo vencido el esceso del peso de esta válvula, hace que se aplique vivamente contra el borde inferior de esta salida. Entónces, toda la columna de agua, contenida en el tubo de caida *C*, que estaba en movimiento, se detiene de repente; y en virtud de la propiedad de los fluidos, hará esfuerzo en todos sentidos contra las paredes interiores del tubo. Como este se halla dotado de poca elasticidad, el agua sufre en él en dicho momento, una presion equivalente á la cantidad de movimiento de esta columna, es decir, al producto de la masa fluida en movimiento por el cuadrado de su velocidad. Esta presion, ó por mejor decir, este choque ejerciéndose todo él sobre la columna de agua contenida en el tubo vertical *F*, hará salir de él, por la válvula *G*, una cantidad proporcional á la violencia del golpe del ariete, y á la altura á que se la quiere elevar. Llegada á la campana *H*, la reaccion del aire, que esta contiene, la obliga á escaparse en chorro continuo por el tubo ascensional *I*. Producido este efecto, la válvula *E*, en virtud de su esceso de peso sobre el del agua, se abre; el agua corre de nuevo por la salida *D* hasta que tenga bastante velocidad para hacer cerrar la válvula. Entónces se verifica otro arietazo y produce el mismo efecto que el primero, así sucesivamente arreglando la duracion de las pulsaciones segun la altura de caida y el esceso del peso de la válvula *E* sobre el agua. Esta duracion es de cerca de un segundo.

»La esperiencia parece haber hecho conocer que un golpe duro de la columna del ariete daba un producto menor que cuando gozaba de un cierto grado de elasticidad. Por esta razon es por la que se halla terminado el tubo vertical *F* por un depósito de aire *d*; cuando el golpe de ariete se verifica, este aire se comprime, y por su reaccion repentina, hace entrar el agua en el recipiente superior. Pero el aire contenido en la capacidad *d* es prontamente absorvido por el agua, y es necesario renovarle; y he aquí el objeto de la pequeña válvula en forma de émbolo que se ve en *K*. Ella permite

entrar al aire en el momento de la depresion que sigue inmediatamente al golpe del ariete, precipitándose hácia el interior; lo que establece una comunicacion, que cierra de nuevo en el instante que la pulsacion del ariete vuelve á principiar, trasladándose otra vez al fondo del espacio en que obra."

SECCION TERCERA.

Noticias que yo he podido adquirir en mis viages, conferenciando con las personas intruidas y reconociendo los arietes existentes.

73 Uno de los objetos que motivaron mi viage, desde París á Lion, fué el hablar personalmente con *Mr. Francisco Montgolfier*, Mecánico ilustrado, hijo del inventor del ariete; y en la conferencia que se sirvió tener conmigo se espresó en estos términos.

"El ariete hidráulico es una máquina de las mas sencillas; está destinado á levantar el agua á diversas alturas, empleando por motor una caida de agua de altura proporcionada. Se compone de un tubo de 40 á 60 pies de longitud, que se llama *cuerpo del ariete* y está señalado por *c* en la (fig. 7), y de una pieza de fundicion de fierro en la parte inferior, que está señalada por *r* en la misma figura y que contiene un cierto número de válvulas. Esta pieza toma el nombre de *cabeza del ariete*, y ella sola forma todo su mecanismo.

» El cuerpo de ariete se halla colocado diagonalmente, es decir, que va con oblicuidad desde la cabeza del ariete al depósito: pero esto no es esencial; puede tener la posicion mas caprichosa que se quiera; comunica por su estremidad superior con el depósito que contiene las aguas que deben hacer de motor, y por el estremo inferior con la cabeza del ariete.

» El diámetro ó seccion del cuerpo y de la cabeza del ariete es proporcionado al volúmen de agua que se puede gastar. Un ariete, de un diámetro dado, gasta tanta mas agua, cuanto mayor es la altura de caida.

74 » El ariete no puede emplear útilmente una caida, cuya altura fuese menor de 6 pulgadas, ó cuyo volúmen no llegase á una *pulgada de fontanero* (0,61619 de pie cúbico español en un minuto). El ariete no puede en la práctica elevar el agua á mas de 40 *veces la altura de la caida* que le sirve de motor; y en este caso, no puede elevar á esta altura sinó $\frac{1}{60}$ de la masa de agua que suministra el depósito.

75 Cuando se quiere proceder á la plantíficacion de un ariete, es necesario determinar ante todas cosas: 1.° el volúmen de agua de que se puede disponer para servir de motor; 2.° la mayor altura de caida de que es susceptible la corriente de agua; 3.° la altura á que se quiere elevar el agua, medida verticalmente; 4.° la distancia horizontal entre la caida y el punto adonde deben llegar las águas.

76 »Despues, para determinar la cantidad de agua que se podrá obtener en la posicion ya determinada, *se multiplicará el volúmen de agua* (por ejemplo en pies cúbicos), por la *altura de caida*, *y se dividirá el producto por una vez y media la altura de ascension* á la que se quiere elevar el agua. *El cociente espresará la cantidad de agua elevada*.

»Sea H la altura de caida; h la altura de ascension á que se quiere elevar el agua; V el volúmen de agua que se gasta; m la cantidad de agua que se eleva, espresada en la misma unidad que el volúmen V, tendrémos $m = \frac{V.H}{h.1,5}$.

77 »Conociendo el número de pulgadas de fontanero ó pies cúbicos de agua, que el ariete debe emplear, si se quiere tener una aproximacion del precio de la máquina, *se multiplicará el número de pulgadas de fontanero por* 100 *fr. cuando la caida es inferior á* 2 *pies y* 6 *pulgadas*; *por* 80 *fr. cuando la caida es de* 2 *pies y* 6 *pulgadas á* 5 *pies*; *por* 60 *fr. cuando la caida es de* 5 *á* 7½ *pies*; *por* 50 *fr. cuando la caida es de* 7½ *á* 10 *pies*; *de* 10 *á* 12½ *pies por* 40; *de* 12½ *á* 15 *por* 30; *de* 15 *á* 17½ *por* 20; *y de* 17½ *á* 20 *y mas por unos* 13 *fr.*; debiendo tener presente que esta tarifa solo es aplicable á los arietes de mas de 2 pulgadas de diámetro.

78 »Se ha procurado muchas veces comparar el ariete á las bombas movidas por ruedas hidráulicas, tanto bajo el aspecto de la economía de fuerza motriz, como bajo la de economía en los gastos de plantificacion, conservacion y reparacion. Los pareceres de los Sabios sobre esta cuestion, han ofrecido hasta ahora mucha divergencia. Yo juzgo (dice *Mr. Francisco Montgolfier*), en virtud de una larga práctica y esperiencia de 21 años, que se puede terminar así esta cuestion. *En toda empresa en que se trate de emplear una corriente de agua motriz menor que* 100 *pulgadas de fontanero* (61,619 pies cúbicos españoles por minuto), *el ariete ofrece una economía de* 50 *á* 60 *por* 100 *sobre las bombas*; *de* 100 *á*

1200 *pulgadas de agua como motor* (61,6 á 739,4 pies cúbicos españoles por minuto) *los dos sistemas* darán sobre poco mas ó ménos los mismos resultados: cuando es mayor la cantidad de agua motriz, las bombas podrían merecer la preferencia. Pero en todos los casos, los arietes conservarán la ventaja si la altura de caida escede á 30 pies, cualquiera que sea el volúmen de agua que se haya de emplear."

79 El modelo de ariete, que yo descompuse, en casa de *Mr. Francisco Montgolfier* en Lion, era para elevar el agua á una altura entre 20 y 30 veces la de caida. Dicho ariete era proporcionado para una caida entre 2 y 10 pies.

80 En el ariete de Frejus, construido por *Mr. Francisco Montgolfier*, se gastan 120 pulgadas de fontanero: se elevan 8 pulgadas á 80 pies de altura vertical, y la caida es de 9 pies. El efecto útil está espresado por $\frac{8.80}{9.120}=\frac{640}{1080}=0,593$; siendo 9 la relacion de la altura de ascension con la de caida.

81 "Cuando la caida es pequeña, debe ser mayor la longitud del tubo que conduce el agua desde la caida al ariete. Si á un ariete, que diese una pulgada á 30 pies de altura, se le quiere hacer que dé 2 pulgadas á 15 pies de altura, es preciso hacer otra válvula que se pueda cerrar cuando se quiera elevar á la altura total. Si se pusiesen las dos para este caso, se perdería una cierta cantidad del producto."

82 Un anuncio impreso que me dió *Mr. Montgolfier*, dice así: "*Noticia sobre el ariete hidráulico inventado en* 1795, por *Jose Montgolfier* &c." Despues de 16 años de un trabajo continuo y un número considerable de aplicaciones (pone por nota haberse hecho en el palacio imperial de Navarra, en Conches, en Lila &c.) en las posiciones mas variadas y frecuentemente las mas difíciles, presento de nuevo esta máquina, tan simple como útil, llevada al punto de rivalizar ventajosamente los mejores procedimientos empleados hasta el dia para la elevacion de las aguas.

"El ariete se aplica ahora á las mas débiles cantidades de agua, y á las corrientes mas considerables (pone por nota: *proponiendo aplicar el ariete á las mayores corrientes de agua, debo prevenir que no puedo evitar el multiplicarlos, cuando el volúmen de agua que se debe emplear, pasa de* 150 *á* 200 *pulgadas de fontanero* (de 92 á 123 pies cúbicos españoles por minuto): esto exige un ariete

de un pie de diámetro, que es el mayor que yo he construido hasta el presente; á las caidas de algunas pulgadas, y á las cascadas de muchas toesas, puede regar prados y suministrar el agua á las habitaciones situadas á 50 toesas y mas de elevacion (350 y mas pies españoles)"........ En este anuncio se ofrece á suministrar todas las piezas que se deterioren, esto es, á tener siempre el ariete en actividad, por una sumá anual que *no escede* á la *vigésima parte del capital.* Esto quiere decir, *que los gastos de conservacion y reparacion de la máquina ascienden lo mas al* 5 *por* 100 *del coste primitivo.*

83 El filtro del ariete de Frejus que *Mr. Montgolfier* me representó en la (fig. 20), se halla construido con arreglo á lo que sigue. "En la práctica se necesita un metro de superficie para filtrar una pulgada de fontanero (esto es 12,88 pies superficiales españoles, se necesitan para filtrar 0,61619 de pie cúbico español en un minuto; lo que viene á ser 20 pies cuadrados españoles de superficie para filtrar un pie cúbico de agua en un minuto). Así es, que en el de Frejus que contenía 8 pulgadas de fontanero, se han dado 8 metros de superficie, á saber 4 metros de largo por 2 de ancho: *a*, *a*, *a*, *a*, en la figura representa piedra seca. El filtro en el depósito consistía en arena del tamaño de garbanzos. Sobre la bóveda de piedra seca, se puso arena gruesa; despues arena fina; luego carbon molido; encima arena fina, despues enladrillado con ladrillos sueltos. Para lavar el filtro se le echaba agua por encima."

La forma de la válvula de aire dibujada en grande por *Mr. Montgolfier*, es la representada (fig. 21).

84 El ariete hidráulico, que suministra el agua á la fábrica de cera y de bugías de *Mr. Chapuie*, en Annonay, departamento del Ardèche, es de dos pulgadas, es decir, que el tubo que conduce el agua de la caida al ariete es de dos pulgadas de diámetro. Este ariete, que yo he reconocido y examinado el 11 de febrero de 1829, está hecho por el inventor *Mr. José Montgolfier.* Hacía mas de 20 años que servía, y no ha costado, en todo este tiempo, sinó doce francos de reparacion, que han consistido en la mudanza por una sola vez de los orificios de las válvulas de detencion, y en el reemplazo de algunos cueros, que sirven para ajustar las uniones de las diferentes piezas que forman el ariete. La caida es de 20 á 22 pies segun las aguas están mas ó ménos bajas en el rio de donde se toman; sube el agua por un tubo de una pulgada de diámetro á 81 pies de altura; y si se quiere hasta 135 pies. El producto á 81 pies de altura es de 20 á 22 litras por minuto, esto es, cerca de la sexta parte del agua gas-

tada; y dá 40 á 45 golpes por minuto. El chorro de agua, á la salida del tubo de ascension, es perfectamente regular. El efecto útil, tomando 21 pies por término medio de altura de caida es

$$\frac{81.1}{21.5} = \frac{81}{105} = 0{,}771.$$

85 El 12 de febrero de 1829 reconocí el ariete hidráulico construido por *Mr. Montgolfier*, que *Mr. de Canson* tiene en su fábrica de papel en Annonay. El tubo que conduce el agua, desde la caida, es de 6 pulgadas de diámetro; su longitud es de 80 pies, y convendría que fuese mayor; la altura de caida es de 20 pies; eleva el agua á 180 pies de altura perpendicular, siendo la longitud del tubo como unos 700 ú 800 pies, pues el parage que se ha de regar es la parte superior de una colina que está al otro lado del rio. La cantidad de agua que eleva es de mil hectólitros en 24 horas. Estaba calculado para 14 pulgadas de fontanero. El diámetro del tubo de ascension era de dos pulgadas. El tubo del cuerpo del ariete ó conducto es de fierro fundido; el de ascension del agua es de cobre. Pueden regarse con este ariete 5 á 6 *arpents* bien regados. Las tierras que se riegan con él están destinadas á prados. Era sumamente ingenioso el artificio por cuyo medio se regaban los campos por sí mismos sin necesidad de persona que dirigiese el agua. Esta se reunía en un depósito circular en lo alto del parage de las tierras que se habían de regar. Cuando el agua llegaba á la parte superior del estanque, había un agujerito en la pared por donde se iba una porcioncita de agua; la cual ejerciendo su presion sobre una especie de válvula, hacía que se abriese; en cuyo caso se vaciaba el estanque enteramente, y el agua regaba el espacio que correspondía á la reguera por donde pasaba. Cuando el estanque se hallaba vacío, se cerraba la válvula ó abertura por sí misma, se volvía á llenar y vaciar alternativamente; y solo exigía el que, en el intermedio en que se llenaba, se mudase la torna ó compuerta para que el agua fuese por otra reguera. No me supieron decir la cantidad de agua gastada, y así no se puede calcular el efecto útil.

86 El dia 13 de abril de 1829 reconocí el ariete de Conches. El depósito de agua está á 111 pies de distancia del parage donde está colocado el ariete. Este consta de dos cuerpos de ariete, causa unos sacudimientos muy grandes con intérvalos como de unos diez segundos. El arroyo de agua, que se desperdicia, tendrá de seccion como unos 2 pies superficiales, y una velocidad como de 3 pies. La altura del

depósito respecto del parage donde está colocado el ariete sería como de unos 10 pies. No estaba en Conches el escribano que tenía los datos; y por consiguiente no se puede hallar el efecto útil.

Ademas de los arietes ya citados, debemos añadir, que la fuente pública, que se debía llamar del *Elefante*, y se había de colocar en París en la plaza de la Bastilla, debía elevar el agua del canal del Ourcq por medio de un ariete hidráulico.

SECCION CUARTA.

Formacion de la tabla en que se contiene la cantidad de agua elevada, y la cantidad de agua perdida, que corresponde á la relacion de la altura de ascension con la de caida, desde 1 á 40, segun la fórmula de Mr. Francisco Montgolfier; comparacion de los resultados de dicha fórmula y tabla, con los datos que suministran los arietes existentes; deduccion de la fórmula, y formacion de la tabla que con mas exactitud suministra los resultados que proporcionan los arietes que se hallan en ejercicio actualmente; y comprobacion de que la fórmula que yo deduzco, y la tabla que por medio de ella formo, dá los resultados con mas aproximacion que la fórmula y tabla de Mr. Montgolfier.

87 La fórmula que *Mr. Montgolfier* me dió, para espresar la cantidad de agua elevada en valores de la gastada, y las alturas de caida y de ascension, es de la mayor importancia para completar la doctrina del ariete. Ya hemos dicho (57) que los resultados que espresa *Mr. Eytelwein* en las dos primeras columnas de la tabla de dicho párrafo, no son exactos, con arreglo á los datos positivos que dá la esperiencia; y siendo los de *Mr. Montgolfier* (76) los únicos que se tienen, ó al ménos los únicos que yo he podido rocolectar, es de la mayor importancia, el construir con arreglo á ellos una tabla análoga á la de *Mr. Eytelwein*, y que comprenda hasta una altura de ascension que equivalga á *cuarenta veces la de caida*, que es el límite á que hasta ahora se puede elevar el agua por medio del ariete. Estos resultados se hallan en las columnas cuarta y quinta de dicha tabla (57); y ahora nos proponemos manifestar el modo con que hemos obtenido los resultados que en dichas columnas se insertan; dar á conocer su uso, compararlos con los que suministran los arietes que se hallan en actividad, y deducir nosotros la fórmula y construir la tabla que satisface mejor á los datos que suministra la esperiencia.

88 La espresada fórmula de *Mr. Montgolfier* es $m = \frac{V.H}{h.1,5}$; en la cual V representa el volúmen ó cantidad de agua que suministra el arroyo, fuente ó manantial, esto es, la cantidad de agua que en un tiempo dado entra por el principio del cuerpo del ariete. H representa la altura vertical que hay desde el nivel superior del agua del depósito á que se aplica el principio del cuerpo del ariete, á la salida del agua por la abertura de la válvula de detencion; y m es la cantidad de agua elevada á la parte superior de la altura de ascension h. Para calcular los valores de la columna cuarta de la tabla (§ 57), supongamos que se toma por unidad de volúmen respecto del agua, el volúmen V de agua gastada ó que entra por el principio del cuerpo del ariete en un tiempo determinado; esto quiere decir, que en dicha fórmula, harémos $V = 1$. Tomarémos por unidad de altura, la altura H de caida del agua, esto es, la diferencia de nivel entre la superficie superior del agua en el depósito en que está el principio del cuerpo del ariete, y la superficie de la salida donde se halla la válvula de detencion; lo que equivale á suponer tambien $H = 1$; por lo que la fórmula anterior se reducirá á $m = \frac{1.1}{1,5h} = \frac{1}{1,5h} = \frac{1}{\frac{3}{2}h} = \frac{2}{3h}$.

Ahora, solo falta hacer $h = 1, = 2, = 3$, &c. hasta $h = 40$, y se tendrán los valores colocados en la cuarta columna de la tabla (§ 57). En efecto, si $h = 1$; se tiene $m = \frac{2}{3.1} = \frac{2}{3} = 0,667$; si $h = 2$, $m = \frac{2}{3.2} = \frac{1}{3} = 0,333$; si $h = 3$, $m = \frac{2}{3.3} = \frac{2}{9} = 0,222$; si $h = 4$, $m = \frac{2}{3.4} = \frac{2}{12} = \frac{1}{6} = 0,167$.................. y finalmente, si $h = 40$, $m = \frac{2}{3.40} = \frac{2}{120} = \frac{1}{60} = 0,017$ tomando el último guarismo 7 aproximado por esceso.

Para encontrar los valores de la quinta columna, no hay mas que restar de la unidad, que es el volúmen total del agua empleada ó gastada, el número correspondiente de la cuarta columna, que espre-

sa la cantidad de agua elevada; y la resta espresará la cantidad de agua perdida, ó que sale por la abertura donde se halla la válvula de detencion. Así es, que si de 1, quitamos 0,667, primer valor de la columna cuarta, obtenemos por resta 0,333, que es el primer valor de la quinta columna. Si de 1 quitamos 0,017, que es el último valor de la columna cuarta de la tabla ó el que está en frente del 40, obtenemos 0,983, que es el último valor de la columna quinta.

89 Para hacer uso de esta tabla, cuando la relacion de la altura de ascension con la de caida no es un número entero, se practicará lo mismo que en los muchos casos de esta naturaleza, que ocurren en las Matemáticas; es decir, que para encontrar la parte que corresponde por la fraccion que puede contener la relacion de las espresadas alturas de ascension y de caida, se formará la siguiente proporcion, 1 (*diferencia de las relaciones entre que se halla la relacion propuesta*): *á la diferencia que hay entre los dos números que corresponden á las espresadas relaciones*:: *la fraccion que espresa el esceso de la relacion de la cuestion sobre la menor de las entre que se halla en la tabla*: *al cuarto término*, *que espresará la cantidad que se debe quitar al número mayor de los que corresponden en la tabla á las espresadas relaciones*; y para encontrarle, no hay mas que seguir la regla práctica siguiente: *multiplíquese la diferencia de los dos números*, *correspondientes en la tabla á las relaciones en números enteros entre que se halla la relacion propuesta*, *por el esceso de la relacion propuesta sobre la menor de aquellas entre que se halla.* Y restando esta cantidad del *número que en la cuarta columna corresponde á la menor relacion* en números enteros, porque estos disminuyen cuando aumenta la altura de ascension, *ó añadiéndolo al número de la quinta columna*, porque los números de esta crecen cuando aumenta la altura; tendrémos la cantidad de agua elevada correspondiente á la relacion propuesta de las alturas.

90 Nada es mas importante en todos los ramos de aplicacion, que el comparar los resultados que da la teoría con los que suministra la esperiencia; por lo cual vamos ahora á comparar los resultados contenidos en esta tabla con los que suministran los arietes existentes, y que ya hemos dado á conocer.

91 Segun hemos visto (36), en el ariete de *Mr. Fay-Sathonay*, el agua gastada en un minuto es 84 litras; la elevada en el mismo tiempo es 17 litras; luego el agua elevada real y efectivamente es $\frac{17}{84}=0{,}202$ del agua empleada ó del agua total gastada, que es la que da la fuente.

Veamos qué número corresponde por la tabla (§ 57). Para esto, observarémos que la altura de ascension á que se eleva el agua es 34,1 metros; la altura de caida es de 10,6 metros; luego la relacion de la altura de ascension á la de caida es $\frac{34,1}{10,6} = 3,217$.

Por la columna cuarta de la tabla, corresponde á 3 veces la relacion de la altura de ascension con la de caida, el número 0,222 para espresar la cantidad de agua elevada. Y para encontrar lo que se debe rebajar á este número por la parte 0,217 que tiene demas la relacion 3,217 de la cuestion sobre la 3 que es la menor de las relaciones 3 y 4 entre que 3,217 se halla, harémos uso de la regla práctica anterior; por lo que buscarémos primero la diferencia que hay entre el 0,222 de la tabla, correspondiente á la relacion 3, y el 0,167 que corresponde á la relacion 4, y hallamos 0,055; esta diferencia la debemos multiplicar por 0,217, esceso de 3,217 sobre 3; y obtenemos el producto 0,012; el cual restado del número 0,222 correspondiente á la relacion 3, nos da por resta 0,210.

Este valor escede al 0,202, que da la esperiencia en 0,008. Aquí observamos que esta diferencia, que es $\frac{0,008}{0,202} = \frac{8}{202} = \frac{4}{101} = \frac{1}{25}$, esto es, *un veinticinco avo* de la que da la esperiencia, es de muy corta consideracion; y por consiguiente podémos inferir que *los valores de la tabla están bastante acordes con los que da la esperiencia en el mencionado ariete*; siendo el valor, que da la fórmula de *Mr. Montgolfier*, mayor que el suministrado por la esperiencia.

92 En el ariete de *Mr. Turquet*, el agua gastada es 1987 litras en un minuto; la elevada en el mismo tiempo es 269; por consiguiente el agua elevada es $\frac{269}{1987} = 0,135$ del agua empleada segun la esperiencia. La altura de ascension es $4^{m},55$; la de caida es 0,979; por consiguiente, la relacion de estas alturas, es $\frac{4,35}{0,979} = 4,648$.

Por la cuarta columna de la tabla, corresponde á 4 de relacion, una cantidad de agua elevada espresada por 0,167; por la parte proporcional 0,648 se le debe quitar 0,022 segun la regla práctica precedente; luego queda reducida á 0,145; la que suministra la esperien-

cia ó efectiva es 0,135; se diferencian en 0,010 que la de la tabla calculada en virtud de la fórmula de *Mr. Montgolfier* lleva á la que da la esperiencia, y equivale á $\frac{0{,}010}{0{,}135} = \frac{10}{135} = \frac{1}{13{,}5}$ de la que da la esperiencia; la cual, aunque mayor que la anterior, es todavía de corta consideracion, y es inferior á los errores que se pueden cometer al medir las cantidades de agua.

93 En el ariete de cerca de Clermont-Oise, segun *Mr. Hachette*, la cantidad de agua empleada en 24 horas es 17878 litras; la cantidad de agua elevada en el mismo tiempo es 1400; la cantidad de agua elevada es $\frac{1400}{17878} = 0{,}078$ de la gastada. La altura de ascension es 60 metros; la altura de caida es 7 metros; la relacion de la altura de ascension á la de caida es pues $\frac{60}{7} = 8{,}571$. Por la cuarta columna de la tabla corresponde á 8 de relacion 0,083; por la parte proporcional 0,571, se le debe quitar 0,005; y queda reducida á 0,078 que es precisamente el agua gastada que da la esperiencia: luego no se puede hallar una conformidad mas exacta: pues tanto la fórmula por la cual se ha construido la tabla como la esperiencia dan resultados iguales.

94 En el ariete de Mello, cerca de Clermont, segun *Mr. Hachette*, la cantidad de agua gastada es 140 litras por minuto; la cantidad de agua elevada es $17\frac{1}{2}$ litras en el mismo tiempo; de donde resulta que la cantidad de agua elevada es $\frac{17\frac{1}{2}}{140} = \frac{35}{280} = 0{,}125$ de la cantidad de agua empleada. La altura de ascension es $59^{m},44$; la de caida es 11,37; la relacion es pues $\frac{59{,}44}{11{,}37} = 5{,}228$.

Por la cuarta columna de la tabla corresponde 0,133 á la relacion 5; por la parte proporcional 0,228, se le deben quitar 0,005; queda pues 0,128; la diferencia que lleva el resultado de la fórmula, que está en la tabla, á la que da la esperiencia, es solo 0,003, que viene á ser $\frac{0{,}003}{0{,}125} = \frac{3}{125} = \frac{1}{42}$ de la que da la esperiencia: la cual es despreciable.

95 El ariete, de que hablamos (§ 62), con relacion á lo que dice

Mr. Borgnis, parece ser el mismo que el de que habla *Mr. Hachette*, y que nosotros hemos puesto (36). Sin embargo, aunque se refieran á un mismo ariete, pueden considerarse como observaciones distintas hechas en épocas diferentes. Por lo que vamos tambien á comparar con el resultado de la práctica, el que da la tabla. Para esto, observarémos que la cantidad de agua elevada es $\frac{1}{5}=0{,}200$ de la gastada.

La relacion de la altura de ascension á la de caida es $\frac{36}{10{,}5}=3{,}429$.

La cantidad de agua que ponemos en la tabla, segun *Mr. Montgolfier*, á 3 veces la relacion de la caida es 0,222. La parte proporcional á 0,429 es 0,024; que restando de 0,222, obtenémos 0,198. Este resultado es menor que el 0,200 dado por la esperiencia, en 0,002, que equivale á $\frac{0{,}002}{0{,}200}=\frac{2}{200}=\frac{1}{100}$ de la cantidad que da la esperiencia, lo cual es absolutamente despreciable.

96 En el ariete de Senlis, segun *Borgnis*, el agua elevada (63) es $\frac{268}{1639}$ de la gastada $=0{,}164$. La relacion de la altura de ascension á la de caida es $\frac{14 \text{ p.}^s \text{ y } 2 \text{ pulg.}^s}{3 \text{ p.}^s \text{ y } 2 \text{ pulg.}^s}=4{,}473$. En virtud de la tabla, corresponde á 4 veces la caida una cantidad de agua 0,167; y quitando 0,016 por la parte proporcional correspondiente á 0,473, queda 0,151. La efectiva es 0,164; luego hay 0,013 de diferencia que la que da la esperiencia lleva á la de la tabla; y equivaliendo dicha diferencia á $\frac{0{,}013}{0{,}164}=\frac{13}{164}=\frac{1}{13}$ de la que da la esperiencia, es tambien de corta consideracion.

97 En el ariete de la calle de los Judíos de París, el agua elevada era $\frac{62{,}4}{676}=0{,}092$ de la gastada. La relacion de las alturas es $\frac{16{,}06}{2{,}6}=6{,}177$; por la tabla, á la relacion 6, corresponde 0,111; y por la parte proporcional 0,177 se le deben quitar 0,003, lo que

da 0,108. La diferencia es pues 0,016 por esceso, esto es, que la que da la tabla supera en esta cantidad á la que da la esperiencia. Este esceso equivale á $\frac{0,016}{0,092}=\frac{16}{92}=\frac{1}{5,8}$ de la que da la esperiencia: valor que ya merece consideracion, puesto que es mas de la 6.ª parte del que da la esperiencia.

98 En el de Frejus (80), á 9 veces la caida, el agua elevada es $\frac{8}{120}=\frac{1}{15}=0,067$. Por la tabla corresponde 0,074 á la relacion 9; hay de diferencia 0,007 que da la tabla sobre la esperiencia, y que equivale á $\frac{0,007}{0,067}=\frac{7}{67}=\frac{1}{9,6}$ de la que da la esperiencia; la cual merece tambien alguna consideracion.

99 En el de *Mr. Chapuie*, de que hablamos (84), el agua elevada es $\frac{1}{6}$ de la gastada, esto es 0,167. La relacion de la altura de ascension á la de caida, es unas cuatro veces; viene justo exactamente, pues la tabla pone 0,167.

100 Aquí observamos que de las nueve comparaciones, que llevamos hechas, resulta que en cinco casos, los resultados de la tabla, calculados por la fórmula de *Mr. Montgolfier* son mayores; en *dos* son iguales; y en dos son menores. Lo cual prueba, por punto general, que los resultados de dicha fórmula y tabla corresponden con los que da la esperiencia, mucho mas exactamente de lo que se debía esperar en un fenómeno de tanta complicacion; y que los valores de dicha tabla reunen la verdadera circunstancia que se requiere en casos de esta naturaleza; pues unos resultados son mayores, y otros iguales y otros menores: siendo las diferencias en general bastante cortas, pues solo hay una que llega á ser como la 6.ª parte de la que da la esperiencia. Notamos, sin embargo, que, en general, la fórmula de *Mr. Montgolfier* y los valores de la tabla son mayores en cinco de los casos, es decir, en el mayor número; lo cual parece dar á conocer que la espresada fórmula de *Mr. Montgolfier* da los valores, bastante aproximados sí, pero que en general son mayores que los que da la esperiencia.

Si queremos formar una idéa del exceso que darán los valores de la tabla sobre los de la esperiencia, no tendrémos mas que sumar los escesos en que los valores de la tabla superan á los de la espe-

riencia, que tomarémos por positivos. Sumarémos tambien los escesos que proceden de los valores de la esperiencia que son mayores que los de la tabla, que tomarémos como negativos; restarémos los unos de los otros, y lo que resulte, lo dividirémos por la suma de todas las cantidades de agua que da la esperiencia; y este resultado nos espresará á cuanto asciende el error que se puede cometer haciendo uso de la fórmula y tabla de *Mr. Montgolfier*.

Los casos en que los resultados de la tabla son mayores, son los siguientes: el del (§ 91), que da 0,008; el del (§ 92) da 0,010; el del (§ 94) da 0,003; el del (§ 97) da 0,016; y el del (§ 98) da 0,007; sumando estos cinco números, se obtiene 0,044.

Los casos en que los resultados de la esperiencia son mayores que los suministrados por la tabla, construida por la fórmula de *Mr. Montgolfier*, son los siguientes: el del (§ 95) da 0,002; y el del (§ 96) da 0,013; cuya suma es 0,015. Si restamos esta cantidad 0,015, que representa la suma de los escesos que los resultados de la esperiencia llevan á los de la tabla, del número 0,044 que representa la suma de los excesos que los resultados de la tabla llevan á los de la esperiencia, obtenemos 0,029. Para saber qué parte de la cantidad de agua elevada es este número, sumarémos los nueve números que representan la cantidad de agua elevada, que da la esperiencia, en los nueve casos que hemos comparado y que son: el del (§ 91) es 0,202; el del (§ 92) es 0,135; el del (§ 93) es 0,078; el del (§ 94) es 0,125; el del (§ 95) es 0,200; el del (§ 96) es 0,164; el del (§ 97) es 0,092; el del (§ 98) es 0,067, y el del (§ 99) es 0,167. La suma de estos nueve números es 1,230, y dividiendo esta cantidad por la suma de los errores que se pueden cometer, que hemos hallado ser 0,029, tenemos 42. Por lo cual se deduce que haciendo uso del ariete hidráulico y de la fórmula y tabla de *Mr. Montgolfier*, los errores que se pueden cometer no llegan á *un cuarenta y dos avo* de la cantidad de agua total elevada; que es un grado de exactitud que con dificultad se obtiene en los resultados de las Matemáticas aplicadas.

101 Mas con el objeto de no omitir por nuestra parte diligencia alguna, que pueda contribuir á proporcionar aun mayor exactitud, vamos á investigar, en virtud de los resultados que nos suministran los arietes existentes, una fórmula mas exacta que la de *Mr. Montgolfier*, y á construir despues por ella una tabla, cuyos resultados satisfagan con mayor exactitud, ó aproximacion á los que da la esperiencia. Para conseguir esto, se nos presenta desde luego que todo

está reducido á multiplicar el valor de h en el denominador de la fórmula (§ 88) por un número algo mayor que 1,5; pero el cuanto mayor debe ser, lo debemos determinar con arreglo á los resultados que se tienen de la esperiencia. Como no conocemos este número, le llamarémos x; y por consiguiente sustituyendo x en vez de 1,5 en dicha fórmula, se nos convertirá en $m=\frac{V.H}{x.h}$, que da $x=\frac{V.H}{m.h}$; y $\frac{1}{x}=\frac{m.h}{V.H}$; pero el segundo miembro de esta ecuacion es lo que hemos llamado *efecto útil*; luego todo está reducido á igualar $\frac{1}{x}$ con el efecto útil encontrado en cada caso particular; despues á sumar todos estos valores, y dividir por el número de valores sumados; con lo cual se tendrá el término medio del valor de $\frac{1}{x}$; del que se deducirá luego el valor de x.

1.° El efecto útil del de *Mr. Fay-Sathonay*, segun *Mr. Hachette* (§ 36) da $\frac{1}{x}=0,651$; 2.° el de *Mr. Turquet* segun el mismo (§ 36) da $\frac{1}{x}=0,629$; 3.° el de Clermont-Oise, segun *Hachette* (§ 36) da $\frac{1}{x}=0,671$; 4.° el de Mello (§ 36) da $\frac{1}{x}=0,653$; 5.° el de *Mr. Fay-Sathonay* segun *Borgnis* (nota del § 62) da $\frac{1}{x}=0,686$; 6.° el de Senlis segun *Borgnis* (nota del § 63) da $\frac{1}{x}=0,731$ *; 7.° el de la calle de los Judíos en París (nota del § 65) da $\frac{1}{x}=0,570$; 8.° el de Fre-

* No hacemos uso del de la Escuela Politécnica por la duda espresada (nota del § 64).

jus (§ 80) da $\frac{1}{x}=0,593$; 9.° el de *Mr. Chapuie* en Annonay (§ 84), da $\frac{1}{x}=0,771$ *. Sumando estos nueve valores, se tiene $\frac{9}{x}=5,955$; de donde, dividiendo por 9, será $\frac{1}{x}=0,661$; lo que da $x=\frac{1}{0,661}=1,513$. Por consiguiente, la fórmula para determinar *m*, que mas concuerde con los resultados de la esperiencia, será $m=\frac{V.H}{1,513h}$.

102 Para formar por ella una tabla, análoga á la que hemos formado por la de *Mr. Montgolfier*, observarémos que, como *V* se toma por unidad de volúmen, que es el agua gastada, y *H* por unidad de altura, que es la altura de caida, esta ecuacion, será $m=\frac{1.1}{1,513h}=\frac{1}{1,513h}=\frac{1}{1,513}\cdot\frac{1}{h}=0,661.\frac{1}{h}=\frac{0,661}{h}$. Por lo que, para formar la tabla, si suponemos la altura de ascension igual con la de caida, que es la relacion 1, será $m=0,661$, es decir, que el agua elevada es 0,661 del agua gastada, que es el primer valor que ponemos en la sesta columna de la tabla (§ 57), para una altura de ascension igual á 2 veces la de caida, se tendrá $m=\frac{0,661}{2}=0,3305$; pero como en la tabla solo ponemos tres guarismos decimales, por la regla general de añadir una unidad cuando el guarismo decimal que se suprime sea 5 ó mayor que 5, deberíamos poner en la tabla 0,331, pero como en general la fórmula de *Mr. Montgolfier*, que hemos tomado por tipo de la nuestra, da resultados por esceso res-

* Este es el que da mayor efecto útil; y corresponde á la relacion 4 de la altura de ascension con la de caida; despues sigue el mayor efecto útil el 0,731 que corresponde á una relacion de la altura de ascension á la de caida, espresada por 4,474. De todo lo cual, parece poderse inferir en virtud de lo que hasta ahora ha dado á conocer la esperiencia que el efecto máximo del ariete debe corresponder sobre poco mas ó ménos á la relacion 4 de las alturas.

pecto de los de la esperiencia, en la tabla no pondrémos ningun valor aproximado por esceso; y así al valor 2 de la relacion le ponemos solo 0,330 en el segundo valor de la columna sexta de dicha tabla.

Para una altura de ascension igual á 3 veces la de caida, se tiene

$$m=\frac{0,661}{3}=0,220$$; y por último para una altura de ascension igual á 40 veces la de caida, no hay mas que suponer $h=40$; lo que dará

$$m=\frac{0,661}{40}=0,016$$: y estos valores son los colocados en la 6.ª columna de la tabla. La 7.ª columna de la misma se forma restando, de 1, que espresa la cantidad total de agua empleada, el núm. de la 6.ª columna; por ejemplo, restando de 1 el núm. 0,661, resulta 0,339; que es el primer valor de la columna 7.ª; y restando 0,016 de 1, resulta 0,984, que es el último valor de dicha columna.

103 Propongámonos ahora comparar los resultados que da esta tabla, formada con arreglo á nuestra fórmula (101), con los que da la esperiencia. Para esto, observarémos que en el ariete del (§ 91), el agua elevada es 0,202 del agua empleada. La relacion de la altura de ascension á la de caida es 3,217. Por la 6.ª columna de la tabla (§ 57), á la relacion 3 de la altura de ascension con la de caida corresponde 0,220; por la parte proporcional á 0,217, se le debe quitar 0,012 en virtud de la regla práctica (89); luego quedará 0,208, que escede á 0,202, que da la esperiencia, en 0,006, que es menor en una cuarta parte que el que da la fórmula de *Mr. Montgolfier*, y equivale á $\frac{0,006}{0,202}=\frac{6}{202}=\frac{3}{101}=\frac{1}{34}$ de la que da la esperiencia.

104 En el ariete de *Mr. Turquet* (§ 92), el agua elevada es 0,135 del agua empleada: y 4,648 la relacion de las alturas. Por la 6.ª columna de la tabla corresponde á 4 de relacion, 0,165; la parte proporcional á 0,648 es 0,021, que restada de 0,165, da 0,144 que escede á 0,135, que da la esperiencia, en 0,009, que es $\frac{1}{10}$ ménos de la que dió la de *Mr. Montgolfier*, y equivale á

$\frac{0,009}{0,135} = \frac{9}{135} = \frac{1}{15}$ de la que da la esperiencia; cuyo esceso no es de gran consideracion.

105 En el del (§ 93), la cantidad de agua elevada es 0,078 de la gastada, y 8,571 la relacion de las alturas. Por la 6.ª columna de la tabla, á 8 de relacion, corresponde 0,082; por la parte proporcional, á 0,571, se deben quitar 0,005; lo que da 0,077, que le falta para 0,078 que da la esperiencia 0,001; lo que equivale á

$\frac{0,001}{0,078} = \frac{1}{78}$ de la que da la esperiencia, que es bien despreciable.

106 En el del (§ 94), la cantidad de agua elevada es 0,125 de la empleada; y 5,228 la relacion de las alturas. Por la 6.ª columna de la tabla corresponden 0,132 á 5 de relacion; por la parte proporcional, á 0,228 se le deben quitar 0,005; y resulta 0,127; la cual lleva á la de la esperiencia 0,002, que es la tercera parte ménos que la suministrada por la columna 4.ª que contiene los valores calculados por la fórmula de *Mr. Montgolfier*, y equivale á

$\frac{0,002}{0,125} = \frac{2}{125} = \frac{1}{62}$ de la que da la esperiencia, que es de bien corta consideracion.

107 En el del (§ 95) la cantidad de agua elevada es 0,200 de la gastada, y 3,429 la relacion de las alturas. Por la 6.ª columna de la tabla corresponden 0,220 á 3 de relacion; por la parte proporcional, á 0,429, se le deben quitar 0,024; luego resulta 0,196, que le faltan 0,004 para la que da la esperiencia; y esta diferencia equivale á $\frac{0,004}{0,200} = \frac{4}{200} = \frac{1}{50}$ de la que da la esperiencia; y resulta ser el doble de la que da la fórmula de *Mr. Montgolfier*.

108 En el del (§ 96), el agua elevada es 0,164 de la gastada; y 4,473 la relacion de las alturas. Por la 6.ª columna de la tabla corresponde 0,165 á 4 de relacion; se debe quitar 0,016 por la parte proporcional 0,473, y resulta 0,149; que le falta para la de la esperiencia 0,015, que es mayor que la diferencia que da la fórmula

de *Mr. Montgolfier*, y equivale á $\frac{0,015}{0,164}=\frac{15}{164}=\frac{1}{11}$ de la que da la esperiencia.

109 En el del (§ 97), el agua elevada es 0,092 de la gastada; y 6,177 la relacion de las alturas. Por la 6.ª columna de la tabla corresponde 0,110 á la relacion 6; se le debe quitar 0,003 por la parte proporcional 0,177; luego queda 0,107; que escede á la de la esperiencia en 0,015, que es ménos de lo que da la fórmula de *Mr. Montgolfier*, y que equivale á $\frac{0,015}{0,092}=\frac{15}{92}=\frac{1}{6,1}$ de la que da la esperiencia, que es ménos de su sesta parte.

110 En el del (§ 98), el agua elevada es 0,067; y 9 la relacion de las alturas; que le corresponde por la 6.ª columna de la tabla 0,073. Luego esta excede á la de la esperiencia en 0,006, que es una milésima ménos que la de *Mr. Montgolfier*, y equivale á $\frac{0,006}{0,067}=\frac{1}{11}$ de la que da la esperiencia.

111 En el del (§ 99), el agua elevada es $\frac{1}{6}=0,167$ de la gastada; y 4 la relacion de las alturas. La tabla da 0,165; que le falta para la de la esperiencia 0,002, que es mas de lo que da la fórmula de *Mr. Montgolfier*, y equivale á $\frac{0,002}{0,167}=\frac{2}{167}=\frac{1}{83,5}$, que es de bien corta consideracion.

112 Si observamos ahora estos nueve resultados, echarémos de ver que, en cinco de ellos, los resultados de la fórmula y tabla son mayores que los suministrados por la esperiencia; y que en los otros cuatro resultados de la fórmula y tabla son menores que los de la esperiencia. No hallamos aquí ningun resultado igual por ámbos métodos, cuando por el de *Mr. Montgolfier* encontramos dos; de donde parece se debería deducir que la fórmula de *Mr. Montgolfier* era mas exacta: esta consecuencia no sería legítima: 1.º porque el resultado mayor de discordancia de nuestra fórmula no llega á $\frac{1}{6}$ de la cantidad de agua empleada, cuando por la fórmula de *Mr. Montgolfier* esta discordancia llega á ser mayor que $\frac{1}{6}$; y 2.º porque sumando todas las diferencias por esceso entre sí, y todas las diferencias por defecto entre sí, y restando una suma de la otra, obtenemos un número menor

para el conjunto de los errores. En efecto, los errores que nuestra fórmula da por esceso son 0,006; 0,009; 0,002; 0,015; y 0,006; cuya suma es 0,038. Los errores por defecto son 0,001; 0,004; 0,0151, y 0,002; cuya suma es 0,022. Si de 0,038 restamos 0,022, obtenemos 0,016; y comparando este número con la suma 1,230 de todas las cantidades de agua elevadas (100), resulta ser como $\frac{1}{77}$, esto es, como *un setenta y siete avo de la cantidad de agua elevada*, que es poco mas de la mitad de lo que da la fórmula de *Mr. Montgolfier*; y nos quiere decir, que elevando el agua por medio de arietes, el conjunto total de los errores que se pueden cometer, equivale lo mas á *una setenta y siete ava parte de la cantidad total de agua elevada*; y como son muy pocas las aplicaciones en que se pueden llegar á obtener resultados tan aproximados, queda visto que este punto se halla tan dilucidado como los ramos de aplicacion que estriban en las teorías mas conocidas, y que se reputan por mas exactas.

SECCION QUINTA.

Forma que, en mi concepto, debe tener el ariete perfeccionado, con arreglo á los conocimientos del dia.

113 En virtud de todo lo espuesto, se advierte que, á pesar de lo incompleta que se halla la doctrina del ariete hidráulico, los resultados que presenta su teoría están ya casi perfectamente de acuerdo con los que da la esperiencia; y sus utilidades reales y efectivas son tan indudables, que no tienen comparacion con ningun otro invento, particularmente para las localidades de nuestro pais. Por esta causa, llamó desde un principio mi atencion este preciosísimo aparato, en términos que casi todo el modo de proceder su mecanismo me lo formé yo á mi manera; y análogamente á lo que digo (23) respecto de su modo de obrar, ántes de viajar yo por el estrangero; me habia fijado en que los arietes eran susceptibles de varias mejoras.

114 Lo espuesto en las secciones anteriores contiene todo lo mas esencial que acerca del ariete hidráulico he podido recolectar; y despues de la mas seria meditacion, juzgo que la forma del *aríete perfeccionado* es la representada en la (fig. 22); y las mejoras que yo he discurrido, y de las que ya están algunas puestas en práctica, son las siguientes: 1.ª quitar absolutamente el depósito de aire, á no ser cuando se trate de formar un surtidor; 2.ª hacer que el tubo de ascension sea siempre vertical, y derrame el agua en su punto mas alto, desde donde se dirija al parage conveniente; 3.ª que el tubo de

ascension sea lo mas ancho posible, y que principie desde la válvula de ascension, y vaya todo seguido á lo mas con un poco de diminucion, pero sin garrotes ni ángulos á fin de evitar el choque del agua; 4.ª colocar una válvula, de cualquier forma y materia que sea, en el tubo de ascension, á la misma altura sobre poco mas ó ménos que el nivel del agua en el depósito, ó entre esta altura y 34,53 pies españoles en Madrid, ó la presion atmosférica en un parage cualquiera (538 Mec.); pero que el peso específico de esta válvula sea el mismo sobre poco mas ó ménos que el del agua, á fin de que, al subir, no cause mas gasto de potencia motriz que si el espacio de la válvula se hallase ocupado por agua; 5.ª poner una segunda válvula en la cabeza del ariete que cubra la abertura de la válvula de detencion; y 6.ª que el cuerpo del ariete se halle muy sólidamente fijo al suelo, y tenga mucho peso, á fin de que presente al choque del agua una resistencia insuperable, y todo el esfuerzo de esta se efectúe en hacer subir el agua por el tubo ascendente.

115 De estas mejoras que, como he dicho, tenía yo discurridas antes de salir á viajar por el estranjero, las 2.ª 3.ª y 6.ª están ya mas ó ménos reconocidas como verdaderas y exactas, segun hemos manifestado (§§ 60 6.° y 7.° y 36); y me lisonjéo de que, á pesar de que los Autores del Diccionario Tecnológico dicen terminantemente, pág. 7 del tomo tercero. «*El depósito de aire es parte necesaria del ariete hidráulico, que no puede operar sin él*"; no obstante, la esperiencia manifestará mi aserto, así como se ha verificado ya en los demas. Detengámonos algun tanto en reflexionar acerca de dichas mejoras, y en dar alguna mayor esplicacion.

116 1.° *Quitar absolutamente el depósito de aire cuando se trata solo de elevar agua, y no de formar un surtidor.* En mi concepto, la idéa de colocar el depósito de aire no ha sido otra que la de proporcionar un chorro continuo como en las bombas; pues como siempre *llama mas la atencion lo maravilloso que lo útil*, se creyó sin duda que el presentar un surtidor, ó caño continuo era mas portentoso que el elevar el agua en gran cantidad, aunque formando un chorro intermitente; pero cuando el objeto que se tiene eu consideracion es levantar el agua para el abastecimiento de los pueblos, ó satisfacer las necesidades de la Industria y Agricultura, lo que importa es levantar mas agua en ménos tiempo, y con menores gastos; pues como esta se derrama despues en un depósito, desde allí se puede dirigir y encaminar á donde y como convenga. No por esto, se deberá omitir por ahora la válvula de aire *l*, pues que

este depósito de aire en *mn* parece contribuir para que se abra por por sí misma la válvula de detencion; pero se deberá omitir tan luego como por la vía esperimental se haya encontrado un medio de que se abra la espresada válvula de detencion sin necesidad de dicho depósito: pues que siempre el aire que entraría en el tubo de ascension, despues de quitado el depósito de aire superior, impediría el que se elevase agua en el momento en que suba el aire; por consiguiente, tanto aire como suba por el tubo de ascension, tanta agua ménos se eleva por él.

117 2.º *El hacer que el tubo de ascension sea vertical*, y que en su interior no presente ángulos ni desigualdades que originen choques al agua, es de la mayor importancia, y lo tiene ya demostrado la esperiencia; pues he visto por mí mismo en el ariete de Conches, que cada golpe de ariete causaba tal conmocion en todo el tubo, que en los parages donde este se hallaba poco enterrado en la ladera, por donde se estendía hasta el depósito, que estaba en medio del pueblo, causaba un temblor ó estremecimiento, que era sensible á la vista, y se percibía tambien con los pies, cuando uno se hallaba encima: por lo que, siendo la causa de esta conmocion el impulso del agua en el cuerpo del ariete, resulta que quitando esta causa, se estinguirá toda la fuerza del choque, de la columna líquida, levantando agua en el tubo de ascension; por consiguiente, se elevará mayor cantidad. Para dirigir á donde convenga el agua desde el depósito donde la derrama el tubo, se pueden seguir diferentes métodos, que todos ellos se reducen á los dos siguientes; 1.º hacer que baje por otro tubo *pq* tambien vertical, desde donde despues se dirija por ejemplo al parage *A*, que se debe regar por tubos *rst* que descansen sobre la ladera *BA*, ó que vayan enterrados en ella; 2.º sostener con pies derechos ó arcos &c. el tubo *pX* hasta que llegue al parage *A*, que se debe regar.

El primer medio, esto es, el colocar el tubo de ascension verticalmente, y luego poner á su lado un tubo de descenso, no hay duda que originará algun gasto mas; pero este será de muy corta consideracion respecto de la ventaja que debe producir. Esta especie de complicacion desaparecerá indudablemente si en el parage donde se coloca el ariete, se construyese algun edificio, ya para algun establecimiento industrial ó agronómico, ya para comodidad ó recréo: lo cual serviría al mismo tiempo para dar mas solidez y permanencia al tubo de ascension, y aun cuando este debiese tener mas altura que el edificio, podría elevarse dicho tubo de ascension como

si fuese una torre ó chimenéa, ya de las ordinarias, ya de las que tienen los hornos que sirven para las bombas de vapor. La ventaja de este tubo vertical es la siguiente: el ascenso del agua se verifica en el intermedio que pasa desde el momento en que se cierra la válvula de detencion hasta que se estingue toda la fuerza motriz de la columna de agua del cuerpo del ariete. Cuando el tubo está vertical, como *LO*, y sin tener garrotes ni inflexiones, y presenta una masa inmoble, todo el espresado movimiento se estingue elevando el agua por él; y como el agua es muy poco compresible, estará saliendo agua por *O* hasta que se estinga la espresada fuerza motriz. El agua que sale por *O* y cae al depósito *NO*, ya no puede volver á entrar en el tubo de ascension, aunque cese el esfuerzo de la fuerza motriz; y estando el agua en dicho depósito, ya desde allí ejerce una presion constante por la gravedad y se dirigirá desde allí sin golpes ni sacudimientos y con un movimiento continuo al parage *A*, bien sea por el tubo *pqrst* ó por el *pX* en virtud de las leyes del movimiento de los líquidos por encañados, sin que resulte ningun inconveniente ni pérdida de agua. Pero si por ejemplo el tubo de ascension siguiese desde *M* por *Mst* formando un codo, una gran parte de la fuerza motriz de la columna de agua del cuerpo del ariete se emplearía en la conmocion de toda la parte *Mst* y no en hacer que subiese el agua hasta por la boca del tubo; por manera, que en este caso saldría menor porcion de agua, como yo mismo me convencí en el ariete de Conches; pudiendo verificarse que se estinga toda la fuerza motriz ántes de que llegue á sentirse el movimiento ó estremecimiento en el estremo *t*, y por consiguiente, ántes de que salga ninguna cantidad de agua por él, que fué lo que me aseguraron en Marly, que se verificó al intentar establecer allí *Mr. Montgolfier* el ariete.

Cuando la altura de ascension sea de cuatrocientos, seiscientos, ó de mil y mas pies, esta mejora sería casi imposible de realizar. En este caso, lo que debería practicarse es lo siguiente. Seguir el tubo de ascension verticalmente todo lo que se pueda realizar; y despues inclinarlo del modo que permitan las circunstancias locales, para ir dando la curvatura conveniente á los apoyos que ha de tener; y á fin de disminuir la conmocion en todo cambio de curvatura, se hará siempre que esta se efectúe con poca inflexion, y en el parage donde cambia la curvatura ensanchar mucho el tubo haciendo una especie de depósito como representa la (fig. 23); pues de este modo, por el principio de igualdad de presion de que goza el agua, disminuirán

los inconvenientes; y procurando fijar muy bien al terreno, ó dar mucha masa á todos los recodos, formando en caso necesario una porcion de brecha ó pudinga, como hemos manifestado (L. 4.°), se conseguirá que el tubo se aplique á todas las inflexiones del terreno con ventajas de mucha consideracion.

118 3.° *El hacer el tubo de ascension lo mas ancho posible* tiene por objeto el que el rozamiento que el agua origina en las paredes del tubo, disminuya ménos la velocidad del agua en el estremo superior del tubo, y pueda salir mas agua en un tiempo dado. Para que se vea cuan importante es esta medida, no tenemos mas que observar lo que se verifica en el movimiento del agua por los tubos de conduccion. En efecto, calculando la fórmula (ec. 130 § 268 L. 3.°) para una longitud del tubo igual á 6 pies, que es una vez la caida, se tiene que la velocidad con que saldrá el agua será 32,820 pies por segundo; para una longitud del tubo de 12 pies, que es equivalente á 2 veces la caida, la velocidad es solo 23,200, y así sucesivamente como se espresa en la adjunta

Tabla de los valores de las velocidades medias con que saldria el agua de un depósito, cuya carga fuese de 6 pies, por un tubo de 5 pulgadas de diámetro y de diversas longitudes.

Longitud del tubo espresada en		Velocidad del agua espresada en pies españoles.	Longitud del tubo espresada en		Velocidad del agua espresada en pies españoles.	Longitud del tubo espresada en		Velocidad del agua espresada en pies españoles.
pies españoles.	en veces la altura del depósito.		pies españoles.	en veces la altura del depósito.		pies españoles.	en veces la altura del depósito.	
6	1	32,820	96	16	8,186	186	31	5,850
12	2	23,200	102	17	7,940	192	32	5,759
18	3	18,840	108	18	7,720	198	33	5,664
24	4	16,398	114	19	7,508	204	34	5,569
30	5	14,664	120	20	7,319	210	35	5,471
36	6	13,518	126	21	7,141	216	36	5,471
42	7	12,265	132	22	7,020	222	37	5,372
48	8	11,588	138	23	6,786	228	38	5,271
54	9	10,869	144	24	6,706	234	39	5,271
60	10	10,362	150	25	6,544	240	40	5,168
66	11	9,829	156	26	6,378	300	50	4,620
72	12	9,265	162	27	6,293	3000	500	1.444
78	13	8,890	168	28	6,120	30000	5000	0,440
84	14	8,665	174	29	6.031	300000	50000	0,124
90	15	8.477	180	30	5,942	3000000	500000	0,027

En ella vemos que ya, á cuarenta veces la caida, la velocidad es 5,168, que viene á ser la sesta parte de la velocidad con que sale el agua cuando la longitud del tubo sea igual con la de caida. A una distancia de 3000 pies, equivalente á 500 veces la caida, la velocidad es 1,444; que es cerca de veinte y tres veces menor que la correspondiente á una longitud del tubo igual á la de caida; á una distancia de 30000 pies, que es 5000 veces la de la caida, la velocidad es 0,440 que es cerca de setenta y cinco veces la correspondiente á una longitud del tubo igual á la altura de caida; á una distancia de 300000 pies, que es 50000 veces la de la caida, la velocidad es 0,124 que es cerca de doscientas sesenta y cinco veces menor que la correspondiente á una longitud del tubo igual á la de caida. Y por último á una distancia de 3000000, que es 500000 veces la caida, la velocidad es 0,027 que equivaldría lo mas á chorrear gota á gota.

Luego si queremos que á 40 veces la caida, por ejemplo, el agua tenga la misma velocidad que á una vez la caida, es necesario ensanchar convenientemente el tubo, para que presente ménos rozamientos que disminuyan la espresada velocidad.

119 4.° *El colocar la válvula en el tubo de ascension con las circunstancias espresadas*, tiene por objeto atender á una circunstancia en que me parece no se ha fijado suficientemente la consideracion, aunque es de la mayor importancia; y que tanto la teoría como la esperiencia deberían á su vez tratar de aclarar. Cuando se cierra la válvula de detencion, todo el esfuerzo del agua se empléa en la conmocion, como ya hemos dicho, de todas las partes de la máquina, y en hacer elevar el agua por el tubo de ascension. Este líquido está subiendo y derramándose por la parte mas alta, hasta que se estingue todo el movimiento de la columna de agua motriz existente en el cuerpo del ariete. Concluido este ascenso, vuelve á empezar á bajar toda la columna de agua como para ponerse en equilibrio con la altura de caida; por manera, que si la válvula de ascension no se cerrase, toda la columna de agua del tubo de ascension descendería por el agujero de la válvula de ascension hasta ponerse en dicho tubo á la misma altura que la de caida; pero como la válvula de ascension comienza á bajar, tan luego como principia á descender la columna de ascension, empieza á salir agua por la abertura de dicha válvula hasta que llega á cerrarse por la bola: por consiguiente, permanece el agua saliendo hasta que llega la bola á cerrar la abertura. Y la mejora que proponemos es que se in-

vestigue el medio de hacer que el tiempo del descenso disminuya todo lo posible; porque ménos cantidad de agua volverá á bajar al cuerpo del ariete. La diminucion de este tiempo del descenso de la bola no se debe hacer aumentando el peso específico de ella, porque esto originaría el necesitarse mayor fuerza para elevarla; y así debería buscarse un medio análogo al de un resorte, á fin de que el tiempo que medie entre el momento de acabar de subir el agua ó estinguirse el movimiento de ascension, que debe haber un instante de reposo entre el ascenso y el descenso, fuese tal el mecanismo que hiciese bajar instantáneamente la bola para cerrar la abertura: en cuyo caso, toda el agua que no volviese á bajar al cuerpo del ariete, la tendríamos pronta para la salida en el arietazo inmediato, y resultaría un aumento considerable en el agua que elevaría el ariete. Esto se consigue mejor colocando una válvula, de cualquier forma y materia que sea, en el tubo de ascension, á la misma altura que el nivel del agua en el depósito, ó á una altura sobre dicho depósito ménos que 34,53 pies si es en Madrid, ó una presion atmosférica si es en cualquier parage (§ 538 Mec.): pero tal que el peso específico de esta válvula sea el mismo que el del agua, á fin de que al subir no cause mas gasto de potencia motriz que si aquel espacio en que se halle la válvula estuviese ocupado por agua.

En rigor, para conseguir el equilibrio del agua de debajo de la válvula que proponemos y la altura del agua en el depósito debería ponerse la válvula sobre la altura de dicho nivel, 34,53 pies á que equivale la presion atmosférica que carga tambien sobre el agua del depósito, y no sobre la que está debajo de la válvula que proponemos. De este modo, no descendería mas agua que aquella poquita que se hallase entre dicha válvula y el parage donde debe apoyarse al cerrar. En este caso, sería muy corto el retroceso del agua en el cuerpo del ariete, y podría suceder que el *acolchado de aire mn* no bastase para hacer descender la válvula de detencion. Por manera, que aquí se hace necesario investigar preliminar y esperimentalmente la parte de influjo que tiene en la abertura de la válvula de detencion el *acolchado de aire* y el retroceso de la columna de agua por el cuerpo del ariete.

En efecto, aunque generalmente se supone que el *acolchado de aire* sirve para hacer que se abra la válvula de detencion, sin embargo, yo encuentro otra razon y es la siguiente. Cuando principia á bajar el agua por todo el tubo de ascension, y por la abertura de la válvula *e*, toda el agua del cuerpo del ariete toma un movimien-

to retrógrado, esto es, hácia su orígen. Cuando llega la válvula ó bola á cerrar enteramente la abertura, toda el agua que en el cuerpo del ariete tenía un movimiento hácia dicho orígen, continúa por él, en virtud de su inercia, y no teniendo agua que la reemplace, causa una especie de vacío en el cuerpo del ariete; lo cual origina el que no teniendo la bola que sirve de válvula de detencion tanta presion en su parte inferior, se cae ayudada en parte de su doble peso, y en parte por la presion atmosférica, y se abre el paso ó abertura, continuando despues el juego de la máquina.

Ahora, en virtud de la mejora que proponemos, al principiar á bajar la columna de agua, se cierra la válvula v, con lo cual debe cesar el movimiento retrógrado del agua del ariete, pues que se halla balanceado por la presion atmosférica que carga sobre el agua del depósito. Por manera, que tan pronto como quede cerrada la válvula v, no debe pasar mas agua por la abertura e al cuerpo del ariete; pero la bola e descenderá por el esceso de su peso y cerrará la abertura hasta otro golpe de ariete y así sucesivamente.

120 5.º *Poniendo una segunda válvula en la cabeza del ariete, que cubra la abertura de la válvula de detencion*, entónces no se derramará tanta agua, y se gastará ménos; por lo cual tanta ménos agua como se gaste, tanto mayor será el efecto útil comparado con el gasto. Esta válvula podrá reducirse á dos chapas f, g que se abran por el impulso del agua y que se cierren por su propio peso cuando cese dicho impulso.

121 6.º *El tener bien firme todo el cuerpo del ariete y que todo el aparato forme una masa inmoble; y que no pueda ceder á la fuerza del choque del agua*, es con el objeto de que todo el esfuerzo del espresado líquido se empleé en elevar la del tubo de ascension; y esto lo tiene ya demostrado en parte la esperiencia, en virtud de los esperimentos de *Mr. Delcassan*, de que hemos hablado (36); mas no es necesario emplear un método tan costoso como allí se espresa. Es mas económico, formar por el nuestro (libro 4.º) una especie de *brecha ó pudinga* con materias fundidas, uniendo el cuerpo del ariete con dicha brecha ó pudinga particularmente hácia la cabeza. Tampoco se necesita que toda la masa sea de brecha ó pudinga artificial; basta con que lo sea la parte inferior, á la que se le podrá dar mucha base; y echar encima tierra, piedra, ó arena, y todo aquel peso sobre la masa sólida equivale á presentar un obstáculo inmoble sin necesidad de tantos gastos.

122 Satisfechas estas condiciones conforme corresponde, se con-

seguirá en mi concepto poder elevar el agua á una altura de ascension mayor que cien veces la altura de caida. Esto es á mi parecer tan exacto, que todas las noticias que tengo adquiridas, ya por lo que me han dicho los individuos del Instituto de París, y otros datos que he podido adquirir, el no haber tenido efecto el ariete que se intentó por *Mr. Montgolfier*, en Marly, se debió á que el ariete causaba solo una especie de estremecimiento en todo el aparato; y como cada golpe de ariete es de corta duracion, empleado todo el esfuerzo en causar esta conmocion, cesaba ántes de haberse conseguido ningun derrame del agua. Pero si se evita todo motivo de conmocion, se verificaría indefectiblemente la subida de alguna cantidad de agua, que irá siempre disminuyendo en razon inversa de la altura, ademas de la parte debida á los rozamientos y viscosidad del líquido &c.

123 Tambien se debería ensayar por la vía esperimental, si colocando la válvula de ascension despues de la de detencion, se lograba alguna ventaja: hay razones por las cuales esto podría ser conveniente; pero aparecen tambien otras que podrían inducir á lo contrario; por lo que esto deberá decidirse esperimentalmente.

SECCION SESTA.

Razones por las cuales el ariete hidráulico es el aparato mas conveniente, útil, necesario é importante para las localidades de España, y modo de aplicarle.

124 Hemos ya manifestado (§§ 30 y 46 L. 1.°), y se presenta á nuestros sentidos por todas partes, que el terreno español es sumamente desigual; y que nuestros rios, escepto en una pequeña parte inmediata al mar, tienen un declive tan escesivo y una velocidad tan considerable, que vienen á ser lo que los Estrangeros llaman torrentes. Nada se tiene absolutamente acerca de los declives de nuestros rios, ó al ménos á mi noticia no ha llegado por mas diligencias que tengo practicadas; en términos, que me parece no existe impreso relativamente á esta materia sinó los resultados de mi *nivelacion del Jarama*, que como se ve pág. 449 del Mercurio de setiembre de 1824, son los siguientes. Entre la confluencia del Guadalix con el Jarama, y el nivel de las aguas en el parage junto á Salomon, el declive es $\frac{1}{493}$; es decir, que á una distancia horizontal de 493 pies, corresponde un pie de desnivel. Entre Salomon y la ribera, ántes de Talamanca, es $\frac{1}{362}$, es decir, que á 362

pies de distancia horizontal corresponde un pie de desnivel. Entre dicho punto de la ribera y el puente viejo de Uceda, el desnivel ó declive es $\frac{1}{336}$, es decir, que á la distancia horizontal de 336 pies corresponde un pie de desnivel. Entre dicho puente viejo de Uceda y la confluencia del Jarama con el Lozoya, el declive ó pendiente es $\frac{1}{242}$, es decir, que á una distancia horizontal de 242 pies corresponde un pie de desnivel. Entre la confluencia de dichos rios y la presa del canal del Conde de Cabarrus en el ponton de la Oliva, el declive del rio Lozoya es $\frac{1}{143}$, ó corresponde á 143 pies de distancia horizontal un pie de desnivel. Desde el ponton de la Oliva hasta Buitrago, ya todos son despeñaderos, en términos que en algunos parages á un pie de distancia horizontal corresponden dos, tres, y aun mas de desnivel.

125 Esto confirma la ley general, que se observa en la naturaleza, de ir disminuyendo el declive de los rios, á medida que se alejan de su orígen ó nacimiento, acercándose al mar. Todos nuestros rios presentan unos declives análogos á los del Jarama, sin mas escepcion que los del Guadiana en la Mancha, pues ya en Estremadura este rio sigue la ley general, y por esa razon vemos con tanta frecuencia las presas en nuestros rios para los molinos, que son casi los únicos establecimientos industriales en que se emplean nuestras aguas: y en virtud de los conocimientos que manifestamos en esta obra, se podrán formar presas que proporcionen una caida de 5, 6, 10 ó mas pies sin tantos gastos como se originan en la actualidad y con mayor solidez y permanencia. Ademas, nuestros rios van siempre por hondonadas, que unas veces tienen sus ribazos ó riberas de igual altura, y otras de altura desigual. Nosotros representamos en la (fig. 24) el corte de un terreno por donde pasa un rio, cuyos costados ó laderas son de altura desigual. La línea ondeada espresa el corte del terreno, suponiéndole inculto; y las líneas de puntos manifiestan las mesetas ó bancales que conviene forme el terreno para un buen cultivo: lo que se consigue en la práctica con mucha facilidad, quitando la tierra de la parte mas alta y echándola sobre la mas baja, y formando, para que sirva de subida de uno á otro bancal, ó una especie de muro, que en mi pais llaman *balates*, cuya construccion se hace con las piedras que se sacan entre las tierras, ó ya dejando que formen esta subida ó escalon el declive natural de las tierras, ó haciéndolo con céspedes, ó lo que sería mejor, sembrándole de alfalfa, cuyas raíces forman bastante buen césped.

126 Para que se comprenda mejor el modo de hacer las aplicacio-

nes á nuestro territorio, nos contraerémos al caso mas desventajoso, que se puede presentar, cual es el de tener una caida de solos dos pies. En efecto, es notorio, que los muchachos con el objeto de bañarse en el verano, hallan, en todos nuestros rios parages á propósito para bañarse que proporcionan una caida de agua lo ménos de dos pies; y cuando por sí no encuentran parages de esta naturaleza, ellos se la proporcionan, poniendo unas simples piedras en ciertos sitios de la corriente. Luego si los muchachos, sin mas que lo que les dicta su razon natural y el conato de satisfacer su deséo de bañarse, obtienen sin gran dificultad en nuestros rios una caida de dos pies de agua, no será violento el que supongamos que todo labrador, por falto de recursos y de conocimientos que se le quiera suponer, se halle en el caso de poderse proporcionar una caida de agua siquiera de dos pies de altura; pues vamos á manifestar que con esta caida de agua, se puede proporcionar, con el auxilio del ariete, el regadío de las tierras, ya estén próximas al rio, ya estén á alguna distancia. Y como por medio del ariete se puede elevar el agua á cuarenta veces la altura de caida, resulta que se puede elevar el agua con estos dos pies de caida á una altura vertical de 80 pies; y son muchos los terrenos que en las orillas de nuestros rios están á ménos de 80 pies de altura. Esto es en el caso mas desventajoso; pero, generalmente, en el estado actual de nuestros rios se verifica que hay muchas presas arruinadas ó en ejercicio *, donde se presentan caidas de 3, de 5, de 10, y aun de 20 y mas pies de altura; y en este caso, como por el ariete se puede elevar el agua de hecho hasta 40 veces la altura de caida, se podrán regar terrenos que estén 120, 200, 400 y 800 pies de altura vertical; y con las mejoras que proponemos, hasta 300, 500, 1000 y 2000; y atendiendo á la localidad de nuestro territorio, á pesar de sus desigualdades, serán muy pocos los casos en que se necesite regar á una altura mayor que la de 800 á 1000 ó 2000 pies; y en caso de que ocurriese, todo estaba reducido á continuar el brazal, caz, ó acequia, que toma el agua del rio, hasta un parage en que se proporcione una caida que sea $\frac{1}{40}$ de la altura en que se hallan las posesiones que se quieren regar, ó el pueblo que se quiere abastecer de agua.

127 Para fijar mas las idéas, observarémos que las necesidades ó

---

* Véanse las láminas de la *Memoria sobre la navegacion del Tajo por Don Francisco Xavier Cabanes*. Este Autor dice pág. 12 de dicha Memoria que desde Aranjuez á Abrantes hay unas 60 presas, calculando su altura media de cinco pies.

aplicaciones de las aguas se pueden reducir en general á dos, que son las siguientes: 1.ª á proporcionar en un punto determinado una cierta cantidad de agua, ya para el abasto de una poblacion, ya para el surtido de una casa ó establecimiento de cualquier naturaleza que sea; ó 2.ª para satisfacer las necesidades de la Agricultura, proporcionando agua para el regadío de los terrenos.

128 Para manifestar lo correspondiente al primer caso, nos contraerémos á una poblacion, que ya por la necesidad que tiene de agua, ya por haber establecido en otro tiempo un mecanismo que se denominó *artificio de Juanelo*, y que sin duda debió ser ingenioso, y ya tambien por ser una de las principales ciudades de España, merece toda consideracion.

Tal es la ciudad de Toledo, y á ella vamos á contraer cuanto digamos sobre este primer punto. La espresada ciudad se halla en una altura bastante grande; y la rodéa el Tajo por mas de la mitad de su recinto. Segun las noticias que me ha suministrado *Don José Alonso y Quintanilla*, Catedrático que ha sido de Agricultura en dicha ciudad, y que hoy lo es de Botánica en el Real Jardin de Madrid, existen allí varias presas. La llamada del Corregidor, por haberse hecho cuando ejercía este cargo el difunto *Don Antonio Navarro*, se halla ántes de la ciudad; el punto mas alto de Toledo viene á ser el Alcázar, que, en virtud de las observaciones barométricas hechas por *Don José Alonso y Quintanilla y Don José Cea*, en 23 de setiembre del presente año de 1832; mi fórmula (ec. 668 Mec.) da, que el escalon de la puerta del norte del espresado Alcázar se halla 71,5 pies mas alto que la pilastra de la cruz que hay en la plaza de Zocodover. El mismo escalon del Alcázar está 262,9 pies mas alto que el nivel del agua en la presa del Corregidor; esto es, por la parte superior donde principia á rebosar el agua por cima de dicha presa. El mismo escalon del Alcázar está 141,6 pies mas alto que la puerta del cuarto del oficial del cuartel de Provinciales en el camino de Madrid. El mismo escalon del Alcázar está 278,8 pies mas alto que el escalon de la puerta de la fábrica de las espadas; y como este escalon se halla como unos 13½ pies mas alto que el nivel del agua en el rio por debajo de dicha fábrica de las espadas, resulta que *la diferencia de nivel entre la superficie de las aguas en la parte superior de la presa del Corregidor y las aguas del Tajo por la parte inferior de la fábrica de las espadas un poco mas abajo de las ruedas hidráulicas que sirven de motor*, es 29,4 pies. La caida de agua de la mencionada presa del Corregidor, esto es, la diferencia de nivel

entre el agua en la parte superior de la presa y el agua en la parte inferior por debajo de la misma, *será como de unos* 6 *pies.* Tambien se infiere de los resultados que acabamos de espresar, que *el nivel del agua en la presa del Corregidor, se halla* 121,3 *pies mas bajo que la puerta del cuarto del oficial del cuartel de Provinciales*; y que *el nivel de las aguas en dicha presa está* 211,4 *pies mas bajo que la plaza de Zocodover.* Por consiguiente, si ponemos la parte superior del cuerpo de un ariete comunicando con el nivel del agua sobre la presa del Corregidor, y prolongamos el cuerpo del mismo ariete hasta el punto en que haya una diferencia de nivel con dicha presa, de 6,6 pies, que sobre poco mas ó ménos será la longitud que corresponda tener el cuerpo de dicho ariete, resulta que como por el ariete hidráulico se consigue levantar el agua hasta 40 veces la altura de caida, podrémos elevarla de un solo tiro á 264 pies, que es ya algo mas que la altura del Alcázar. Y como á la espresada altura se puede elevar $0{,}016 = \frac{1}{63}$ de la cantidad de agua empleada, resulta que por este medio se podrá elevar hasta el Alcázar una cantidad de agua equivalente á $\frac{1}{63}$ de la que lleva por allí el Tajo; con la cual hay mucho mas que suficiente para abastecer á Toledo y regar toda su vega. Pero no sería esto lo mas ventajoso; pues traerá mas utilidad el que los arietes, colocados en el rio, eleven el agua solo hasta la espresada plaza, que se halla situada, de modo que poniendo el agua en aquel parage, se puede distribuir á las $\frac{9}{10}$ partes de la poblacion. Y como suponémos que la altura de caida es 6,6 pies, y esta cantidad cabe 32 veces en 211,4, resulta que segun la sesta columna de la tabla del (§ 57) se podrán elevar á dicha altura $0{,}020 = \frac{1}{50}$ de la cantidad de agua que lleva por allí el Tajo; luego sería mas conveniente y económico el elevar el agua, para el abastecimiento de la ciudad, solo á la plaza de Zocodover; poner allí un depósito al cual se adaptase otro ariete; y que el agua, que este dejase escapar, sirviese para el abasto de la poblacion inferior á dicha plaza; y la que se elevase por el tubo de ascension desaguase en otro depósito, desde donde se distribuyese hasta la parte mas alta de la ciudad, que segun hemos ya dicho, es como una décima parte. La altura del depósito de la plaza de Zocodover, respecto de la válvula de detencion, bastaría que fuese unos dos ó tres pies. Desde el parage donde se halla el cuartel de Provinciales se puede regar cómodamente toda la vega de Toledo por aquella parte del rio; y como este punto se halla solo 121,3 mas alto que la presa del Corregidor, resulta que como la altura de caida, suponiéndola de solo 6 pies, está contenida unas 21 veces en 121,3

podrémos elevar por medio del ariete, en virtud de la sesta columna de la tabla del (§ 57) 0,031 de la cantidad de agua que lleva por allí el Tajo, que es mucho mas de la necesaria para regar toda aquella vega. Por lo que, hay gran probabilidad de que por medio de los arietes se conseguirá esto con ménos gastos de lo que ha costado el taladro que han hecho en la montaña y con mas utilidad; pues de este modo se podrían regar todos los terrenos de las inmediaciones de aquella ciudad, cuando ahora es solo una parte muy pequeña la que se puede regar.

129 Para dar un ejemplo de elevar el agua con el fin de que produzca el regadío de los terrenos, tomarémos otro sobre el mismo rio, y bien á la vista de todos. En Aranjuez se presenta sobre el mismo Tajo una cascada hermosísima, y que parece á la simple vista que podrá proporcionar una caida como de unos 20 pies; pues con el auxilio de los arietes hidráulicos, podríamos levantar el agua hasta una altura de 20.40 = 800 pies; y todos los que conocen la posicion de Aranjuez, se convencerán de la inmensidad de terrenos que hay allí mas bajos que 800 pies, y por consiguiente todos ellos se podrían regar por este medio.

Mas para dar una idéa de las ventajas que puede proporcionar el uso de los arietes, veamos la utilidad que podría producir la mencionada caida de agua que proporciona dicha cascada. Si observamos el terreno inmediato al Tajo en aquellos parages, se notará que hay una inmensidad de fanegas de tierra, que no está elevada sobre el Tajo ni cuarenta, ni cincuenta pies. Vamos pues á calcular la cantidad de terreno que se podrá regar con el agua que podría proporcionar el establecimiento de los arietes, haciendo uso de dicha caida de agua, suponiendo que se eleve á 60 pies, esto es, á tres veces la altura de caida. Nada consta acerca de la cantidad de agua del Tajo; pero en virtud de mis observaciones, se podrá reputar que por término medio en todo el año, podrá llevar una cantidad de agua como unas doce veces mayor que la que llevaba el Jarama, reunido ya con el Lozoya, el 31 de julio de 1819, en que yo hice la medicion, que era de 9514,59 pies cúbicos en un minuto; por lo que, multiplicando por 12, se tendrán, por término medio, en cada minuto 114175,08 pies cúbicos de agua en la cascada de Aranjuez. A tres veces la altura de caida se pueden elevar, segun la sesta columna de la tabla (§ 57), construida por mi fórmula, una cantidad de agua espresada por 0,220 de la cantidad de agua empleada; luego se podrían elevar 25118,5176 pies cúbicos de agua por minuto; en una hora

serán 1507111,056; en un dia serán 36170665,344; y en todo el año, suponiéndole de 365 dias justos, se podrán elevar 13'202''292'850 pies cúbicos de agua. Ahora bien, en virtud de lo espuesto (§ 15 L. 1.°), resulta que *para regar una vez una fanega de tierra del marco real, se necesitan* 21109 pies cúbicos de agua; luego con los mencionados 13'202''292'850 pies cúbicos de agua, podrémos regar una vez 625'434 fanegas de tierra del marco real: y como graduando el precio del regadío en la décima parte de lo que cuesta por el sistema ordinario de norias, tenemos calculado (pág. 498 del Mercurio de octubre de 1824) *que el dar un riego á cada fanega de tierra del marco real se puede graduar en* 16 *rs.*, lo que equivale *á pagar un maravedí por* 38 *pies cúbicos de agua*, resulta que el valor de dar un riego á las 625'434 fanegas sería 10''006'944 rs.; esto es, *mas de diez millones de rs.*; y esta sería la renta anual que se podría obtener aprovechando la espresada caida de agua; y ademas, resultaban las ventajas del aumento considerable de produccion que esto originaría.

130 El gasto necesario para el número de arietes correspondientes para elevar esta cantidad de agua, sería muy inferior, mayormente si para su construccion se adoptasen las medidas que yo propondré *: luego tendrémos aquí que desde el primer año se sacaban por utilidades directas todo el capital, y despues quedaba por la parte mas corta convertido el capital en renta.

131 Pasemos ya á manifestar el modo de hacer uso del ariete para regar los terrenos; y contrayéndonos al caso de la (fig. 24), supongamos que se deséa regar la falda de la colina *m* por medio del agua del rio, cuya seccion representamos por *s*, y cuya caida la supondrémos, aun en el caso mas desfavorable, de ser únicamente 2 pies. El punto mas alto de la espresada colina está en *m*; y parece á primera vista que si se elevase el agua hasta el punto *m*, desde allí se

---

* En efecto, segun la tarifa de *Mr. Montgolfier* (77), en este caso en que la altura de caida es de unos 20 pies, y hay mucha cantidad de agua, se debe graduar en unos 13 francos cada pulgada francesa de fontanero que el ariete debe emplear. Y como una de dichas pulgadas da 0,61619 de pie cúbico español, por minuto, resulta que si dividimos los 111''175,08 pies cúbicos que se empléan por minuto como fuerza motriz, por 0,61619, tendrémos el número de pulgadas de fontanero francesas, que se emplearían en los arietes de la cascada de Aranjuez: y resultan ser 185'292 pulgadas, que á razon de 13 francos ó 52 rs. cada pulgada de fontanero hacen 9''635'184 rs. que es ménos de lo que redituarían en un año. Luego queda comprobado lo que aseguramos en el texto, aun sin tener en consideracion que por los medios, que tengo escogitados, se podrían obtener en Aranjuez los arietes mas baratos que en Francia.

podría distribuir para regar toda la espresada ladera, ya se supusiese con su declive natural, ó ya se considerase formando los dos bancales *a* y *b*, que señalamos con las líneas de puntos. Mas, bajo el aspecto de la economía, sería muy desventajoso el elevar el agua hasta el punto *m* para hacerle despues bajar á regar el bancal *b*; pues á nadie se le ocultará, que es inútil todo el gasto y tiempo que se emplée en elevar el agua desde *b* á *m*; y luego hacerla bajar desde *m* á *b*: verificándose ademas una cierta pérdida de agua, por la evaporacion, al descender al descubierto desde *m* para regar el bancal *b*, como se acostumbra generalmente. Este punto es de tal importancia, que juzgamos oportuno detenernos lo suficiente, para dar á conocer lo mucho que interesa proceder con toda circunspeccion en esta materia; pues de aquí dependen la mayor parte de las ventajas que ha de reportar el labrador; y para que se perciba todo con la mayor claridad, fijarémos de todo punto la cuestion.

132 Supongamos que la caida en *s* sea de solos 2 pies españoles, repetimos que esto es con el objeto de contraernos al caso mas desventajoso; y que el arroyo, rio, fuente ó manantial dé 1000 pies cúbicos españoles por minuto; que la altura del bancal *b* sea de 20 pies sobre el nivel de las aguas en *s*, y que el nivel de *m* sobre el de *b* sea de 30 pies; y propongámonos averiguar las ventajas que resultarán al agricultor de aprovechar esta cantidad y caida de agua, haciendo uso de arietes para elevar toda la posible hasta el parage *m*; y desde allí distribuirla para regar los bancales *a* y *b*; y compararlas con las que resultarían de levantar á *b* todas las aguas que se puedan; y de las conducidas hasta *b* elevar por medio de arietes todas las posibles para regar el bancal *a*.

1.er *Cálculo*. Supongamos que se quieran elevar de un solo tiro las aguas hasta *m*; en este caso, como el bancal *b* lo suponemos 20 pies mas alto que el nivel *s*, y el punto *m* está 30 pies mas alto que el *b*, resulta que *m* se hallará 50 pies mas alto que *s*; y como suponemos que la caida es solo 2 pies, que es la menor que se puede proporcionar en España cualquier labrador, resulta que hay que levantar el agua á una altura que equivale á 25 veces la de caida. Por la sesta columna de la tabla (§ 57), vemos que á 25 veces la caida corresponde elevarse una cantidad de agua espresada por 0,026 de la cantidad de agua gastada; y como esta la suponemos ser 1000 pies cúbicos por minuto, resulta que podrémos elevar en un minuto 26 pies cúbicos; en una hora 1560 pies cúbicos; y en un dia 37440 pies cúbicos. Con los cuales se podrá regar al dia 1,773 fanegas de tierra

del marco real, esto es, una fanega, y cerca de ocho décimas partes de otra fanega; y suponiendo que el valor de dar un riego á una de estas fanegas valga 16 rs. en los supuestos espresados, resulta 28,368 rs. vn. diarios, esto es, 28 rs. y 12 y medio mrs. al dia; lo que equivale á 10354 rs. anuales. Si suponemos que estas tierras se labren con el objeto de cultivar olivares, viñas, moreras, avellanos, casi todos los árboles frutales y no en pequeña parte los prados artificiales, entónces segun lo espuesto (§ 18 del Libr. 1.°) se necesitarán dar cuatro riegos por año á cada fanega. Y como en cada dia se pueden regar 1,773 fenegas, en los 365 dias del año se podrán regar una sola vez 647,145 fanegas; y como, en el cultivo espresado, se necesitan dar cuatro riegos por año, resulta que con dicha cantidad de agua se podrán regar unas 162 fanegas del marco real, que estuviesen empleadas en el cultivo de olivares, viñas, moreras &c., y cuya situacion se hallase en los bancales *a* y *b*.

2.° *Cálculo*. Supongamos ahora que esto se trate de ejecutar por dos sistemas de arietes, que el uno eleve toda el agua posible del rio, arroyo, fuente ó manantial, desde *s* hasta *b*; y luego en *b* suponiendo otro ariete que las elevase hasta *m*.

En este caso, como el bancal *b* se halla 20 pies mas alto que el nivel *s*, tratarémos de elevar las aguas de *s* á 22 pies, para proporcionar en el depósito en *b* una caida tambien de 2 pies al nuevo ariete; y tendrémos que como 22 equivale á 11 veces la altura de caida, segun la sesta columna de la tabla (§ 57), podrémos elevar á dicha altura una cantidad de agua espresada por 0,060, de la cantidad de agua de la corriente ó manantial; y como esta suministra 1000 pies cúbicos por minuto, resulta que en un minuto se podrán elevar á un depósito que estuviese 2 pies mas alto que el bancal *b*, *sesenta pies cúbicos* de agua. Ahora, como el punto *m* se halla 30 pies mas alto que el bancal *b*, está á 15 veces la altura de caida que suponemos tener el depósito en *b*; y segun la sesta columna de dicha tabla, á 15 veces la altura corresponden 0,044, esto es, *cuarenta y cuatro milésimas de la cantidad de agua empleada*: y como la que en *b* se empléa es 60 pies cúbicos, resulta que las 0,044 de 60 pies cúbicos (§ 184 Ar. de N.) son 2,640 pies cúbicos por minuto, que hacen al dia 3801,6 pies cúbicos de agua; y como para dar un riego á una fanega se necesitan 21109 pies cúbicos de agua, resulta que cada dia se podrán regar las 0,180 de una fanega; y al fin del año se podrán dar 65,7 riegos á una

fanega de tierra del marco real; y como para el cultivo espresado se necesitan dar cuatro riegos anuales á cada fanega, resulta que con el agua elevada hasta *m* podrémos regar 16,425 fanegas de tierra, esto es, cerca de *diez y seis fanegas y media* de tierra.

Veamos ahora la cantidad de tierra que se podrá regar con el agua que, subiendo por el ariete colocado con el desagüe del depósito de *b*, queda disponible al nivel del bancal *b* para regar en él. Puesto que de los 60 pies cúbicos, que resultan por minuto en el depósito en *b*, solo se elevan 2,64 al punto *m*, quedan disponibles 57,36 pies cúbicos de agua por minuto para regar el bancal *b*, que hacen 3441,6 por hora, y 82598,4 pies cúbicos al dia; con los cuales se podría dar un riego diariamente á 3,913 fanegas de tierra; y al cabo de los 365 dias del año se podrá dar un riego á 1428,245; y como para el espresado cultivo de olivares, &c. basta dar cuatro riegos por año, con la espresada cantidad podrémos regar al año 357,061 fanegas de terreno.

Sumando estas 357,061 fanegas que se pueden regar en *b* con las 16,425 que se pueden regar en *m* ó en *a*, resultan regables por este procedimiento 373,486 fanegas, esto es, cerca de *trescientas setenta y tres fanegas y media del marco real*; y como por el otro procedimiento solo se podían regar 162 fanegas, resulta que por este medio *se podrían regar un número de fanegas, de tierra mucho mayor que el doble de lo que por el otro.* Lo cual prueba evidentemente las ventajas del segundo procedimiento; pero aun hay mas. Segun resulta de las *variantes del cap. 2.° del Lib. 1.° de la Agricultura general de Gabriel Alonso de Herrera pág.* 8 *del T.* 1.°, "son mejores las heredades al pie de la cuesta, que no en laderas ni altos, porque son de mas sustancia." De donde se infiere que como, por el segundo procedimiento se riega mayor cantidad de tierras en los sitios bajos que en los altos, y las tierras en los sitios bajos producirán mas á proporcion cuando estén regadas, no hay duda en que esto aumentará considerablemente las ventajas.

133 Valuemos en dinero la utilidad que resultaría de este segundo procedimiento comparado con el primero, suponiendo que el valor del agua por dar un riego á una fanega de tierra del marco real sea solo 16 rs., décima parte de lo que cuesta darle por el sistema ordinario de las norias. En este caso, tendrémos, que en el punto *m* se pueden dar 65,7 riegos al año, que á razon de 16 rs. hacen 1051,2 rs. Los 1428,245 riegos que se pueden dar en el bancal *b* á una fanega de tierra del marco real á razon de 16 rs., producirán 22851,92 rs.,

que unidos á los 1051,2 que produce el bancal *a*, se tiene 23903 rs., que es mucho mas del doble de lo que producía la elevacion de toda el agua posible al punto *m* para distribuirla á todo el terreno.

134 Todo esto es en el caso mas desventajoso, cual es el de ser la caida solamente dos pies. Supongamos ahora uno de los casos que pueden ocurrir con mas frecuencia; y sea el que presenta el otro lado, falda ó ladera del rio, que señalamos con *M* en la misma (fig. 24). Supongamos ahora, que la caida sea de 10 pies, que es la que por término medio se puede suponer á las caidas que proporcionan las presas de nuestros molinos; y que el bancal *A* se halle 187 pies mas alto que el nivel *s* de las aguas del rio, arroyo &c. en la presa; que el bancal *B* se halle 100 pies mas alto que el nivel *s*; y que entre el bancal *A* y *B* el terreno sea por ejemplo roca, ó de tal naturaleza que no se pueda poner en cultivo de regadío; que el bancal *C* se halle 65 pies mas alto que *s*; y que el *D* esté 15 pies mas alto que *s*; y siendo 1000 los pies cúbicos de agua por minuto, como en el caso anterior, veamos lo que se obtiene.

135 Calculemos desde luego la cantidad de agua que de un solo tiro podrémos elevar hasta el bancal *A*; y resulta que siendo 187 pies la altura de *A* sobre *s*, y la altura de caida 10 pies, la relacion de la altura de ascension con la de caida es 18,7; por consiguiente, segun la 6.ª columna de la tabla (§ 57), á la relacion 18 le corresponderán elevarse 0,036 de la cantidad de agua empleada; y quitando 0,001 por la parte proporcional, quedan 0,035 de la cantidad de agua empleada; y como esta es 1000 pies cúbicos por minuto, serán 35 los pies cúbicos por minuto, que podrán elevarse al bancal *A*. En una hora, se elevarán 2100 pies cúbicos; en un dia 50400; y en un año 18'396'000 pies cúbicos; y como para regar una fanega de tierra del marco real se necesitan 21109 pies cúbicos de agua, con esta cantidad podrémos dar 871 riegos á una fanega; lo que hará que se puedan regar cuatro veces al año 217,75 fanegas que se cultiven de olivares, viñas &c.; y en dinero efectivo á razon de 16 rs. cada riego, importará el valor que rinda el producto de 871 por 16, que asciende á 13936 rs.

136 Veamos lo que resultará elevando primero el agua al bancal *D*, regar en este y elevar una parte á *C*; y así sucesivamente por medio de cuatro arietes hasta el parage *A*.

Como el bancal *D* se halla 15 pies mas alto que *s*; tenemos que su altura equivale á *vez y media* la altura de caida; pero como queremos que el agua con que se riega el bancal *D* sirva de fuerza

motriz para regar los superiores, es preciso elevarlas algo mas de los 15 pies para que produzcan una caida conveniente; el cuanto mas que se deba elevar es arbitrario, y por consiguiente suministra esto unos recursos inmensos para determinarlo segun lo exijan las localidades. En general, conviene que en la primera sea lo ménos posible, á fin de que suba la mayor cantidad de agua en el primer descanso ó escalon, y se pueda regar mas cantidad de terreno. Supondrémos que se eleven las aguas *cinco pies* mas sobre el bancal *D*, lo que producirá una altura sobre *s* de 20 pies, que equivale á 2 veces la relacion de la altura de ascension á la de caida. Por consiguiente, en virtud de la 6.ª columna de la tabla (§ 57), podrémos elevar á dicha altura 0,330 de la que suministra la fuente; y como esta da 1000 pies, tendrémos que se podrán elevar 330 pies cúbicos por minuto; lo que da en una hora 19800; en un dia 475200; y en un año 173448000; y se podrá regar una fanega de terreno del marco real 8216 veces, que á razon de 16 rs. vn. cada riego, hacen 131456 rs. vn., valor que es mas de *nueve veces mayor que el que nos daba la elevacion de toda la cantidad de agua posible por un solo tiro*; y se podrán regar en este caso 2054 fanegas de tierra, cuando por el otro precedimiento solo se podían regar 217,75 fanegas, que es ménos de la novena parte.

137 Todo esto nos prueba la necesidad que hay de meditar acerca de los resultados científicos, y de hacer diversas combinaciones para elegir entre ellas las que mas puedan convenir adaptadas á las circunstancias. Estos resultados los hemos obtenido haciendo uso de la 6.ª columna de la tabla (§ 57) formada por mí; pero si los hubiéramos hallado por la 4.ª columna, que está formada en virtud de los datos de *Mr. Montgolfier*, hubieran sido mayores los resultados; y aun todavía mayores, si los hubiéramos encontrado con relacion á los datos de *Mr. Eytelwein* contenidos en la 3.ª columna de la misma tabla, como podrá comprobar el que guste. Y entónces se asegurará mas en que, á pesar de que la teoría de *Mr. Eytelwein* no sea exacta en cuanto á los valores absolutos, las consecuencias generales que de ellos se deduzcan no pueden distar mucho de ser verdaderas; y así es, que se puede establecer sin temor de equivocarse, que al hacer las aplicaciones del ariete para el regadío, en vez de elevar el agua desde luego al punto mas alto, para desde allí distribuirla á todo el terreno que se ha de regar, traerá muchas ventajas el elevarla por grados ó por escalones, haciendo uso de diversos arietes y que el agua perdida por estos, desde el 2.º que se coloque, sirva

para regar el terreno mas bajo; la del 3.° para el que esté algo mas alto, y así sucesivamente.

El bancal *C* se halla 45 pies mas alto que el *D*, y dando 10 pies mas de caida al depósito, para el ariete que sigue, serán 55 pies, cuya altura equivale á 5,5 veces la de caida; por consiguiente, en virtud de la 6.ª columna de la tabla (§ 57), corresponderá elevarse una cantidad de agua espresada por 0,121 de 330 pies cúbicos, que (§ 184 Ar. de N.) hacen 39,93 pies cúbicos por minuto.

Como el bancal *B* se halla 40 pies mas alto que *C*, y suponiendo 10 para nueva caida son 50, cuya relacion de altura es 5, corresponde por la 6.ª columna de la tabla 0,132 de 39,93 que es 5,27 pies.

Como *A* se halla 87 pies mas alto que *B*, la relacion de la altura es 8,7; y como á la relacion 8 corresponde 0,082, y por la parte proporcional 0,7 corresponde quitarle 0,006, queda en 0,076. Por consiguiente, se podrá elevar á *A* una cantidad de agua espresada por 0,076 de 5,27 que es 0,40052 de pie cúbico; en una hora 24,0312; en un dia 576,7488; y en los 365 del año producirán 2100513 pies cúbicos, con lo cual hay para dar 9,9727 riegos á una fanega de tierra del marco real; por lo que se podrá regar en todo el año mas de dos fanegas de terreno, cultivado del mismo modo, á saber, con olivares &c.; y ademas quedaba un sobrante para el abasto de los ganados ó personas si allí se hiciese casa, cortijo, venta &c.

138 Réstanos ahora probar, que, segun hemos asegurado, *el ariete hidráulico puede elevar el agua á una altura indefinida; y que si esto es en general en todas partes, en España se puede conseguir con mas facilidad.*

En efecto, aunque por lo que me aseguró *Mr. Montgolfier*, el ariete solo puede elevar el agua 40 veces la altura, resulta que aumentando la caida convenientemente, cosa que muchas veces está á nuestro arbitrio y principalmente en España, podrémos elevarla á donde nos convenga. Aun sin esto, elevando el agua á 40 veces la caida, con el agua así elevada, nos podríamos manejar para elevarla cerca de otras 40 veces la caida; y luego con esta hasta cerca de otras 40 veces, y así sucesivamente. Pero aun sin estos artificios, en cierto modo violentos, podrémos conseguir en muchos parages de España elevarla á una altura mucho mas considerable de lo que se pueda necesitar para satisfacer las necesidades de la Agricultura, y de la Industria, ó abastecer los pueblos; y sin salir de los datos

que tenemos ya en esta obra, podrá quedar plenamente demostrada esta proposicion.

139 En efecto, por la tabla del (§ 46 Lib. 1.°), resulta que las aguas del rio Lozoya en la presa del canal del Conde de Cabarrus, en el ponton de la Oliva, se hallan 2486 pies mas altas que el nivel del mar. La laguna de Peñalara en la parte superior de la cordillera de montañas entre Buitrago, la Granja &c., que no se aleja mucho en distancia horizontal del espresado ponton de la Oliva, se halla (§ 3 del Lib. 3.° ej. 3.°) 7200 pies mas alta que el nivel del mar. Si restamos de esta cantidad los 2486, nos resulta 4714 pies. Lo cual quiere decir, que la laguna de Peñalara puede proporcionar en el ponton de la Oliva una caida de 4714 pies; y como por medio del ariete se puede elevar el agua á 40 veces la altura de caida, resulta posible construir un ariete en el ponton de la Oliva que eleve el agua verticalmente á 40 veces la altura de 4714 pies; esto es, á 188560 pies de altura, que es cerca de diez leguas; y como el punto mas alto de la tierra, se halla en las montañas de Himalaya, que está (§ 3 del Lib. 3.° ej. 15.°) 28167 pies mas alto que el nivel del mar, resulta que es posible construir en el ponton de la Oliva un ariete que eleve el agua mas de 6 veces mas alta que el punto mas elevado de la tierra que hasta ahora se conoce. Luego no se nos reputará á exageracion el que aseguremos que el *ariete puede proporcionar el agua á una altura indefinida ó á cualquiera altura en que se pueda necesitar.*

Si, quedándonos un poco mas cortos, quisiésemos hacer pasar las aguas del ponton de la Oliva á la laguna de Peñalara, no tendríamos mas que proporcionarnos en el ponton de la Oliva una caida de $\frac{4714}{40}$ pies, esto es, de unos 118; cosa que se podría conseguir allí ó un poco mas arriba sin tener necesidad de aumentar artificialmente la caida, pues solo con la longitud que convendría dar al cuerpo del ariete, y colocándolo en la misma pendiente del terreno, daría en su estremo, para colocar la cabeza del ariete, la competente caida.

Esto nos podría proporcionar un surtidor ya perpendicular, ya inclinado que arrojase el agua á unas alturas estraordinarias como hasta Buitrago, ó de modo que fuese á parar á Torrelaguna, Uceda, &c. salvando las montañas. Pero donde en este género, tanto para diversion y recréo, como para signo de magnificencia, y presentar

un símbolo del triunfo de la ciencia sin gastos de consideracion, podría elevarse el agua de un modo prodigioso, era en la Granja, y salvando montañas, que fuese hasta la misma laguna de Peñalara, ó formar en lo mas bajo de la Granja un surtidor que con cierta inclinacion fuese por el aire á derramar el agua en el mismo mar ó depósito general que suministra el agua á todas aquellas fuentes.

140 Para dar una idéa del modo con que esto se podría realizar, observarémos que la fuente que llaman de la *Fama*, en el espresado Real Sitio, eleva las aguas á 130 pies franceses, que hacen unos 152 pies españoles. Segun la (ec. 142 Lib. 3.º) á esta altura del surtidor correspende una caída de 229 pies. Luego, el espresado mar ó depósito, que suministra el agua á la fuente de la Fama en la Granja, lo ménos estará 229 pies mas alto que el tubo del surtidor; pues si con esta caida se formase un surtidor, haciendo uso de un ariete, se podría elevar el agua hasta 40 veces la altura de caida 229 pies, esto es, hasta 9160 pies, cosa no vista ni pensada jamas; y si á este surtidor se le diese una cierta inclinacion, se vería formar una curva análoga á la que trazan las granadas y bombas, como se puede ver (fig. 76 Mec. Práct.), y que salvando las alturas, ya fuesen casas, ya el Real Palacio, ya las montañas, podría ir á caer á mucha distancia.

141 El realizar esta idéa podría presentar ademas alguna ventaja útil y efectiva; pues como está demostrado que la lluvia, al caer, limpia los árboles &c., se podría disponer de tal modo el chorro, que por la resistencia que le ofrece el aire, se deshaga todo en gotas, tan menudas, que al caer, forme una lluvia artificial que produjese los mismos ó mejores efectos que la natural sobre los sembrados, árboles, &c. Si se hiciese un surtidor por este estilo, se verificaría aquello de *subir el agua á tanta altura, que no se la vería bajar*; pues en efecto, dándole una cierta inclinacion, no formaría chorro al caer.

142 Hay todavía otro parage en España donde se podrían obtener aun resultados mas asombrosos que en el ponton de la Oliva. En efecto, la línea inferior de las nieves perpetuas en la Sierra Nevada de Granada está (V. la tabla del § 46 Lib. 1.º) 9915 pies mas alta que el nivel del mar. El rio que, en las inmediaciones de Melexis, llaman *río grande* y el *torrente*, se hallarán como unos 200 á 300 pies mas altos que el nivel del mar; de modo que, sin exageracion, se puede formar en las faldas de Sierra Nevada por aquel parage una caida de agua hasta de 9000 pies; la cual caida podría elevar el agua por medio del ariete hasta una altura 40 ve-

ces mayor; esto es, hasta 360000 pies, ó *diez y ocho leguas*, que es mas de doce veces y media mayor que la altura de los picos de Himalaya, que es el punto mas alto que se conoce en el mundo.

143 Demostrada ya la utilidad del ariete hidráulico, principalmente para España, y el modo de usarle, no resta mas que facilitar su ejecucion y propagacion. Aun sobre este punto nos presenta la España la disposicion mas ventajosa para poderse construir, no solo sin que salga dinero fuera del Reino, sinó haciéndose por un precio muy ínfimo al con que se pueden construir en el estrangero, como á su tiempo manifestaré á S. M. cuando presente á su soberana consideracion el modo de poderse realizar todo lo que se manifiesta en la presente obra, sin gastos estraordinarios, y ántes por el contrario, resultando desde luego ventajas de mucha consideracion.

CAPÍTULO II.

De la noría perfeccionada.

144 Cuando se trata de promover el bien de un pais, introduciendo mejoras, ya en su cultivo, ya en su industria &c. &c. es de la mayor importancia el atender á sus costumbres, hábitos y prácticas establecidas; pues miéntras mas conformes vayan las nuevas mejoras con dichas prácticas, rutinas ó conocimientos usuales y empíricos, mas fácil es su admision y generalizacion, y con ménos obstáculos, dificultades y entorpecimientos se consigue el importante objeto de promover el bien general. Por esta causa, he fijado mi consideracion, para conseguir el útil y trascendental objeto de elevar el agua para los usos de la Agricultura é Industria, en la máquina que con el nombre de *noría*, se halla tan divulgada entre nosotros; pues siendo de uso tan general, no falta mas que esplicar las mejoras de que es susceptible, para que con menores gastos y en ménos tiempo se eleve mayor cantidad de agua, y resulte por consiguiente un provecho mas considerable.

145 Para proceder con el órden y claridad que corresponde, dividiré este capítulo en siete secciones. En la 1.ª daré las pocas noticias históricas que se tienen acerca de esta máquina tan importante como sencilla, y estractaré lo que he podido recoger de nuestros Autores sobre esta materia; en la 2.ª haré la descripcion de las norias existentes; en la 3.ª determinaré, por los principios de Mecánica, la relacion de la potencia con la resistencia en esta máquina; en la 4.ª

examinaré los inconvenientes que tiene la noria, con arreglo á los principios de Mecánica, é investigaré las circunstancias que se deben reunir para que produzcan el *máximo* efecto; en la 5.ª daré á conocer las mejoras de que cada parte de las norias conocidas es susceptible; en la 6.ª manifestaré las diversas y nuevas combinaciones para aplicar esta máquina á la elevacion del agua á cualquier altura que pueda convenir; y en la 7.ª daré todos los detalles que parezcan oportunos en la práctica, esponiendo el cálculo necesario á la construccion, segun las diversas alturas que generalmente puedan ocurrir.

SECCION PRIMERA.

Noticias y fragmentos históricos acerca de las norias y de su construccion.

146 La palabra *noria* proviene de un vocablo árabe, que suena en singular *náuraton*, y en plural *nawáiiro*; y cuyo significado dice *Golio*, que es: "*máquina hidráulica que, movida en el curso del agua, por bestias ó por el viento, recoge el agua del pozo ó rio y la sube arriba*:" añadiendo, "*que este nombre lo recibe, por el sonido que hace al estar en movimiento.*" Y en efecto, los que hayan permanecido algunos instantes en la proximidad de una noria en actividad ó movimiento, habrán notado la diversidad de sonidos que produce el rozamiento de sus partes, que no distan mucho de los ya citados. Los Autores árabes, que mas han tratado esta materia, son Abu-el-Jair, y Abu-Abdalá-el-Fasel-Kutsanis.

147 En la *Biblioteca Arábico-Hispana Escurialense etc. de Casiri*, impresa en Madrid año de 1760, se habla, pág. 323, del Códice núm 901, su Autor *Abv Zacharía Jahía Ben Mohamad Ben Ahmad*, vulgo *Ebn Alban Hispalensi*; y el cap. 3.° de dicha obra tiene este epígrafe: *De irrigatione, de aquarum qualitate et usu: ubi de puteis effodiendis, construendisque in hortis; necnon de signis aquæ ibidem inveniendæ.* En el diccionario Español-Latino-Arábigo por *Fr. Francisco Cañés*, se dice: *noria, máquina bien conocida para sacar agua. Antlia, Rota aquaria, navaiiro.*

148 La invencion de la noria es muy antigua; *Vitruvio* indica que es susceptible de aplicarse en lugar de la rueda de tímpanos, cuando hay que elevar el agua á mayor altura que aquella en que la rueda puede llegar. Parece que los moros han sido los que la introdujeron en nuestra España, en Sicilia, y en otros paises meridionales; y se usa en el dia en Egipto, en Asia &c. para regar los campos,

huertas y jardines. No se ha considerado esta máquina con la atencion que su importancia exige; y con las modificaciones, ó mejoras que vamos á dar á conocer, merece con razon ocupar el segundo lugar en el órden de los inventos para cooperar al regadío del territorio de la Nacion Española.

149 El Conde de *Lasteyrie*, mi amigo y compañero en *la Sociedad que tiene por objeto el fomentar la instruccion elemental en París*, ha descrito las norias, usadas en Cataluña. Entre nosotros se construyen prácticamente en casi todas las Provincias de España; y debemos confesar que, para ejecutarse solo por prácticas rutinarias, y conocimientos empíricos, hay algunas bastante bien construidas. Deseando yo descubrir las obras españolas, que pudieran tratar de esta materia, he preguntado á cuantos constructores me ha sido posible, las obras ó parages en que podría yo ver lo que hubiese acerca de su construccion; y todos me han contestado unánimemente que solo se guían por su razon natural; y despues de las mas activas diligencias, lo mas antiguo que he podido encontrar acerca de esta importante, útil y sencilla máquina entre los escritores Españoles, ha sido la obra de Don Teodoro Ardemans, que hemos citado (§ 317 L. 3.º), cuyo capítulo 19 trata *de las norias y del modo de prevenirlas y asegurarlas*, y dice así: "Se hacen las norias en los jardines y huertas para ayudar á las fuentes y regar las legumbres. Su *posítura debe ser en la parte superior*, donde lo alcance á regar, y suponiendo se ha hallado terreno aparente para ejecutarla, se abrirá el pozo de catorce pies de largo y cinco y medio de ancho: esto se entiende si puede pasar sin vestir, que si no, es preciso darle mas largo y ancho, todo lo que ha de ocupar la fábrica de que se ha de vestir, advirtiendo que cuando se han de meter unas llaves, ó tizones, que entren dentro del terreno, de mas grueso que la misma fábrica; esto es, habiendo ya ahondado el pozo lo que fuere menester, hasta haber hallado agua firme, y abajo se le hará su prevencion de zampeado en la misma forma que los pozos, y por toda su circunferencia se vestirá de piedra seca, hasta la altura que la humedad dejó de destilar, y desde allí á lo superior se irá vistiendo de fábrica de cal, y piedra ó ladrillo, dividiendo su altura en dos partes, donde se ejecutan dos arcos de albañilería que sirven de botareles para detener los terrenos, y enrasados de cuadrado por encima, y si pudiese ser de medio pie, será mejor, y se va prosiguiendo su fábrica hasta lo alto, enrasándolo con piedra berroqueña de un pie ó cuarta de grueso en la misma forma que á los pozos. Des-

pues se le hará su cazoleta ó arquilla donde reciba el agua que van sacando los arcaduces, y desde el arquilla ó cazoleta irá el agua por sus canales hasta el estanque. El modo de los arcaduces es diverso, y de tantos modos que hay en que escoger. Si la caja de la noria tiene de luz ó de hueco catorce pies, ha de tener la rueda de los arcaduces doce pies, con arcaduces y todo, y á esta proporcion la otra rueda del movedor: y cuidado con que la rueda de los arcaduces lleve dos órdenes de camones, que he visto algunas solo con uno, y es en perjuicio del instrumento, y en cuanto á ejecutar este, hay muy buenos Maestros que le hacen, y lo que puedo decir por regla general, que las pinas de las ruedas son mejores de moral que de otra ninguna madera. Los aguadores de una y otra rueda han de ser de encina, y la demas madera de álamo negro, y que solo se le echen sus grapas, abrazaderas y agujas de hierro donde fuere menester; y si á la noria le faltase agua se reconocerá de donde viene el manantial, y hácia aquella parte se le abrirá una mina algo superior al zampeado, hasta donde pareciere va la chorrera oculta del agua, y si se diere con ella, se abrirán otras minas á modo de una mano, que teniendo agua la principal no puede dejar de hallarse en las demas, y si en ellas se hallase algun pedazo de terreno feble, será necesario vestirlo de fábrica, y se advierte que estas minas han de tener desnivel para que escurra el agua á la calderilla de la noria, y es necesario darles capacidad bastante para que la gente pueda entrar en pie por ellas: con que dándole seis pies de ancho, parece es bastante, y tener particular cuidado con que la mina principal esté algo superior á la superficie, que siempre tiene el agua abajo."

150 La segunda obra española, muy apreciable á la verdad, y que es un dolor no haya sido mas conocida, tiene por título el siguiente: *Conversaciones instructivas en que se trata de fomentar la Agricultura por medio del riego de las tierras, y en quienes igualmente se espresan los medios de hallar y aprovechar las aguas, de abrir canales, y construir las mas simples máquinas hidráulicas para el logro de tan importante beneficio y utilidad pública.*

Van ilustradas con planos y diseños relativos á ciertos principios prácticos y generales de Agricultura, Hidráulica, Mecánica, y Arquitectura civil contenidas en la obra, compuestas por el Doctor Don Francisco Vidal y Cabasés, Presbítero y Beneficiado de la Santa Iglesia Catedral de la Ciudad de Tortosa, Só-

cio de Mérito de la Real Sociedad Matritense. Madrid en la imprenta de Don Antonio de Sancha. Año de 1778.

Esta obra, que, sin disputa alguna, es de un mérito muy singular respecto de la época en que se escribió, corresponde perfectamente al objeto que su Autor se propuso. Carece de capítulos, haciendo veces de tales lo que él llama *Conversaciones*, en las cuales, tocándose de muchos puntos diferentes para sostener el diálogo, se mezclan cosas que nos distraerían de nuestro objeto si lo copiásemos á la letra; por lo que estractarémos lo mas esencial.

151 En la (pág. 160) conversacion 9, se *trata del modo de construír los pozos de noria*, y dice así:

«El sitio y disposicion del terreno son dos objetos que exigen el mayor cuidado para la construccion y permanencia de los pozos de noria. Un terreno compacto y duro será mucho mas ventajoso, que otro flojo, arenisco y de poco cuerpo. Un sitio profundo y bajo, un llano rodeado de montes y cordilleras bastante elevadas será mas propio y acomodado que una eminencia ú otro parage alto, pedregoso y lleno de rocas. Las profundidades y llanuras bajas encierran por lo comun aguas mas abundantes. Las fuentes y manantiales son mas frecuentes en las raices de los montes y fondos que en otras partes altas; porque el agua con su peso y fluidez penetra la tierra por sus conductos naturales hasta que encuentra salida ó se la da cuando se halla. Elegido el terreno mas conveniente para la construccion de un pozo, habiendo tenido presente la situacion mas ventajosa, no tanto para regar mas tierra, como para hallar mas agua... se delineará en el parage elegido un óvalo ó cuadrilongo mas ó ménos grande, conforme haya de ser el pozo; teniendo el cuidado de darle mas estension de la que deberá tener de luz, á causa de establecer en su recinto las paredes y poderlas construir con facilidad y solidez. Delineada la figura del pozo en esta forma, deben empezar la escavacion un número proporcionado de obreros, destinando otro competente para estraer la tierra que habrán cavado los primeros, procurando guardar siempre la alternativa y buen órden para no incurrir en el defecto y perjuicio de la demora y confusion........... Se prosigue la escavacion procurando dejar sus lados con algun declivio para dar mas resistencia al terreno y defenderle de algun modo del empuje que la tierra le opone por su natural gravedad y desunion. La tierra escavada debe estraerse y alejarse de las orillas á una distancia suficiente; para que el escesivo peso no cause en ellas el hundimiento y la ruina. Profundizado el terreno á la distancia de unos

seis ó siete pies, se pondrán unos atravesaños de madera que se cruzen mútuamente, á fin de mantener el empuje que las tierras oponen, y señaladamente en los tiempos en que las lluvias son muy frecuentes y copiosas. Si el terreno saliese arenisco y flojo deberán multiplicarse los atravesaños á discrecion del Arquitecto. Las nuevas capas que fuesen saliendo, dan á conocer si podrán escusarse algunos atravesaños, ó añadirse. Estos deberán multiplicarse en donde saliere el terreno falso, y naciese alguna vena de agua, porque esta con su impulso y fluidez desune las partículas de la tierra, se las lleva, quita el suelo y fundamento del terreno y causa finalmente la ruina y hundimiento.. . . . .

. . . .

152 »Hay otro arbitrio para hacer estas escavaciones con mas acierto: este segundo método ni requiere los atravesaños de madera, ni está espuesto á hundimientos, ni causa tantas espensas. Sus maniobras son mas fáciles, mas cómodas y mucho mas prontas. El Hidráulico ó Arquitecto que sigue este sistema, da principio á estas fábricas delineando el terreno que ha preferido:.................. tanteada la figura que quiere dar á la escavacion, tiradas sus líneas y medidas, manda poner unos piquetes de madera á determinadas distancias sobre la figura dada, á fin de que sirva de guía á los trabajadores y puedan tener siempre á la vista la direccion que han de seguir:........ el corte, ó direccion que deben dar á los lados inferiores de la escavacion, desde el orígen de los piquetes ó desde la superficie de la tierra debe ser arreglada con el mayor cuidado bajo los principios y avisos del Hidráulico ó Arquitecto: todos los lados deben cortarse en declinacion desde lo alto de la escavacion hasta su fondo. Es menester un gran cuidado, á fin de darles la solidez que se requiere. La discrecion del carpintero y la calidad del terreno regularán indispensablemente la mayor ó menor inclinacion que podrán formar. Si fuese flojo, arenisco y de poco cuerpo, deberán tener mucho mas declive que si saliere duro, compacto y arcilloso. Para este mismo efecto, es menester tener presente que se ignora la profundidad que deberán tener los pozos, hasta llegar al encuentro de los manantiales y venas mas copiosas. Si hubiere algunos pozos circunvecinos, se podrá formar un cálculo prudente de la profundidad que podrán tener. Con arreglo á estas indagaciones y cuidados, determinado el espacio del fondo del pozo, incluyendo la pared, se deja á dichos lados mas ó ménos declivio; cogiendo mas ó ménos estension en la superficie de la tierra y bajando gradualmente hasta el orígen

de las venas mas copiosas. Dada la declinacion correspondiente y proporcionada al terreno, se podrán formar unas escaleras en la misma escavacion por los dos lados del óvalo ó cuadrilongo, á fin de que los peones ó muchachos que hayan de estraer la tierra puedan ejecutarlo con mas comodidad y prontitud. . . . .

153 »Réstanos decir algo sobre la noria, máquina tan comun y de cuyo uso resultan las utilidades mas notables.............. Si esta máquina se construyese con todo cuidado, segun las reglas mecánicas, y se procurase evitar en ella toda friccion posible, rendiría seguramente mas beneficio al público con poco mas que se gastase. Atendiendo, pues, á la gran falta que estamos viendo generalmente en no saber construir estas máquinas con la exactitud que ellas requieren, se dirá algo sobre las reglas mas precisas para hacerlas con mas arte, y suprimir en ellas muchos defectos. Las piezas mas principales que componen este artificio se reducen á dos rodetes con sus árboles, el uno vertical y el otro horizontal, en cuyo estremo se ponen dos palancas para facilitar el movimiento de la máquina á la potencia. La mayor perfeccion que se la podrá dar dependerá seguramente de la menor friccion y peso de las piezas, de una arreglada proporcion del diámetro de los rodetes, y de una justa estension de las palancas; todo el rozamiento de sus piezas está comprendido en los dientes de los rodetes y en los gorrones de los árboles que estos abrazan; el medio mas eficaz para suprimir considerablemente el rozamiento de los gorrones, es el hacerlos de acero, delgados y bien pulidos: es cierto que cuanto ménos diámetro tuvieren estos, se dará mas facilidad al movimiento. Por este medio logrará cualquier rueda mayor estension y radio, y se disminuirá la superficie frotante, y por consiguiente el rozamiento. Formando los gorrones de buen acero y bien templado se les podrá dar ménos diámetro que á los de fierro sin que por esto se tuerzan, se rompan y se desgasten. Debemos persuadirnos al mismo tiempo, que el menor diámetro de los gorrones debe proporcionarse con la magnitud y peso de los rodetes, y con los fuertes esfuerzos que estos reciben. Cuanto mas corto fuese el gorron de acero, será mas fuerte, podrá sostener mucho mas peso, y por lo mismo reducirse su diámetro. Finalmente se reducirá el rozamiento y mucha parte de la resistencia de la noria, haciendo las rangas y agujeros en que entran y juegan los gorrones de acero, de laton ó de otro metal pulido; formando al rededor de aquellos unos receptáculos para llenarlos de aceite, á fin de que manteniéndole líquido mucho tiempo, facilite el movimiento á la po-

tencia. No se debe poner ménos cuidado en hacer bien los dientes de los rodetes, en quitarles igualmente mucha parte de la friccion, y en vencer su resistencia. El defecto que comunmente contraen los dientes de los rodetes de la noria depende seguramente de su mala forma, de la desigualdad y del mal ajuste ó engargante de unos y otros. La figura cónica debe ser necesariamente preferida á la cuadrada que por lo regular se usa, porque al juntarse unos dientes con otros, tengan menor superficie frotante, se toquen en ménos cantidad de puntos y resulte menor esfuerzo á la potencia. Debemos advertir en esta parte, que aunque es muy cierto que los dientes y husillos torneados y puestos en figura cónica se gastan mas pronto que los cuadrados; sin embargo, como para este efecto deben hacerse de materias muy duras y permanentes, será tal vez este obstáculo de muy poca consecuencia. Y por fin, aunque dure ménos tiempo, el corto gasto de hacerlos nuevos no será comparable con el mayor beneficio de lograr mas cantidad de agua sin fatigarse tanto la potencia. No toda la madera contrae la bondad y circuntancias que ellos requieren: es preciso que la especie que se destine para este efecto sea dura, flexible, y poco porosa................ La de encina y de acebuche es muy buena. Elegida la mejor madera para los dientes, deben tornearse todos á una misma medida, dando á cada uno la figura, la igualdad y perfeccion que queda dicho. Los Mecánicos observan con justa causa que unos mismos dientes de una rueda, no encuentren muy á menudo los dientes de otra, ó los husillos de la linterna en que engargantan, á fin de que se gasten mas igualmente, y de hacer el movimiento mas fácil y uniforme. Se logrará esto con facilidad siempre que el número de los husillos de una linterna no sea un divisor exacto del número de los dientes de la rueda en que ha de engargantarse. Por ejemplo, si el número de husillos de una linterna es de siete, nueve, ú once y el número de los dientes de su rueda sesenta. Para este efecto, se hará que los husillos del rodete horizontal, que supongo entrar en lugar de linterna, no sean un divisor igual de los dientes del vertical. Los dientes de los rodetes deberán tener tambien la figura cónica, ó de huso, y se colocarán con la mayor igualdad y proporcion á fin de lograr un movimiento fácil, pronto y uniforme. Al rodete horizontal se le darán doce pies de diámetro y diez al vertical como por lo comun se acostumbra. Para hallar la proporcion que deben tener unos dientes con otros.............. se tirará un círculo sobre la circunferencia que deben ocupar los husillos de la linterna, ó del

rodete horizontal, y se arreglará su diámetro conforme haya de ser el grueso, respecto de la disminucion que en ellos causará el rozamiento, y segun el intervalo de todos los demas que haya de llevar este rodete con arreglo á la mayor ó menor resistencia que se les quiera dar. A este efecto, es menester que el diámetro de uno de los husillos de la linterna sea el intervalo que debe reinar de uno á otro, como de ocho á siete; pues habiendo dividido el diámetro de los husillos de dicha linterna en ocho partes iguales para servir de escala, se darán quince partes para la distancia del centro de uno de dichos husillos al otro, de cuya operacion resultarán siete para el hueco. Para proporcionar el diámetro de los husillos del rodete horizontal con los dientes del vertical, se deberán señalar seis partes y media de dicha escala sobre la circunferencia de este último, determinando con ellas el diámetro de su diente, y el hueco del uno al otro, dando ocho partes y media que componen quince partes iguales, del mismo modo que para el rodete horizontal se ha propuesto. Hechos los rodetes en esta forma, se procurará que los dientes de uno no entren ó engarganten mucho con los del otro.................. pues es probado que cuanto ménos los dientes de cualquiera rueda entren unos con otros, ménos rozamiento tienen, sale mejor el engargante y se logra por consiguiente un movimiento mucho mas libre y mas uniforme. Finalmente se debe poner todo cuidado en hacer todas las piezas lo mas ligeras que sea dable, sin quitar la solidez que ellas requieren, á fin de disminuir considerablemente la friccion, ó de poner ménos esfuerzo á la potencia, y poder producir mejor efecto."

La figura á que refiere esta esplicacion es la que él señala con el núm. 29, y nosotros con el 25 lámina 3.ª

154 Ademas, dicho apreciable Autor representa en la figura que él señala con el núm. 33, y que es la que nosotros designamos con el 26, una noria que puede moverse con el choque del aire.............. "el árbol vertical *A* de la linterna pasa por medio de la garita *B* y tiene un bastidor firme á modo de torno de convento como denota la figura 34, que es nuestra (fig. 27); al cual aplican unos lienzos que sirven de velas, los que con el impulso del viento se mueven horizontalmente dentro de la garita. Este mismo árbol tiene su juego en el atravesaño *D* como se demuestra claramente. La garita *B* tiene igualmente su juego por medio de dos ruedas *F* del árbol *A* y por la veleta *G*, que chocada del viento se mueve con facilidad y se para en el punto mas ventajoso en que pueden recibir las velas la direccion del aire, la mas justa, y toda su fuerza absoluta al

mismo tiempo. Las ruedas *F* se mueven encima de la circunferencia *H* para que con mayor facilidad se ponga la garita á la direccion que las velas necesitan. Cuando el aire sopla con bastante violencia, choca con los estremos de las velas, pone en movimiento la linterna y el rodete y se estrae el agua con este impulso. Si falta el viento, se sujeta la garita con unas clavijas puestas contra las ruedas, se quitan las velas, se pone una ó dos caballerías, y se saca el agua del mismo modo que en la noria comun se ejecuta. Si el viento es suficiente, facilita mucho el movimiento de la máquina, y hace extraer bastante cantidad de agua en breve tiempo. Las demas piezas de esta máquina nada tienen de particular á escepcion de la linterna, que es menor que el rodete vertical, á fin de poder andar la máquina con ménos viento. Si algun curioso tomase á su cargo hacer el esperimento en grande de esta máquina segun las reglas de mecánica, y no fiándose de los efectos que produce un modelo, podría resultar de estos trabajos un gran provecho para el riego de las tierras. A esta máquina se la puede tambien comunicar el movimiento, aplicándola unas velas de molino de viento regular puestas verticalmente............ Pero la mayor dificultad está en saber determinar el justo tamaño y direccion de dichas velas respecto de la fuerza del aire que comunmente se observe. Si el pozo es muy profundo y muchos los arcaduces habrá de vencer el aire un peso notabilísimo, á mas del peso y rozamiento del artificio. En este caso la longitud y ancho de las velas deberán ser lo mayores que sean posible, proporcionándolos á la mayor ó menor viveza del aire que comunmente reine, al peso del agua, al esfuerzo que opone la máquina, y al mas pronto movimiento de las velas, y si estas son demasiado largas y anchas aumentándose el radio, ó las palancas, se moverán muy lentamente; y al contrario, siendo muy reducidas, será memester el aire mas fuerte y violento para ponerlas en movimiento. Solo el cálculo y esperiencia podrán determinar con exactitud lo que en este punto se apetece. Sin embargo, deberémos tener presente en esta parte, que aunque á cada vela de los molinos de viento da Mr. Belidor 30 pies de largo y 6 de ancho, á las de esta máquina se las podrá dar por lo comun ménos estension y ancho guardando la debida proporcion. Es de advertir últimamente que para poner las velas en la posicion mas ventajosa, se ha de procurar que estas formen un ángulo de 55 grados con el árbol en que van puestas verticalmente;.............. y en esto viene á convenir con corta diferencia, Emerson y el Diccionario Inglés de las Ciencias

y Artes que dan á dicho ángulo 54 grados y 44 minutos. Y así, dando esta ó aquella disposicion á las velas referidas, se podrá hacer andar una noria, para que estraiga bastante agua para regar alguna huerta, ú otro terreno que no tenga proporcion de agua de pie, ó no sea suficiente."............

155 Al ver el juicio, tino y sabiduría con que este Autor se esplica, mas de medio siglo ha, no puedo ménos de lamentarme de que sus importantes idéas no se hayan puesto en ejecucion; pues, á la verdad, transfiriéndonos á su época, se puede asegurar que tiene un mérito muy estraordinario. En la obras estrangeras de *Belidor*, *Borgnis*, *Christian*, y *Hachette*, se habla tambien algo de las norias, y en el *Diccionario Tecnológico* tambien se inserta un artículo acerca de esta máquina; pero en ninguna de estas obras, ni entre lo que dicen todas juntas, se esplica en la forma que corresponde, ni se averigua debidamente la relacion de la potencia á la resistencia, ni se demuestra su efecto útil; y ántes por el contrario, aun entre los mas respetables Autores se hallan idéas equivocadas acerca de esta importante y útil máquina.

156 *Mr. Borgnis*, siguiendo su costumbre de no calcular la relacion de la potencia con la resistencia, ni el efecto útil de las máquinas, tampoco lo hace respecto de la noria; pero no obstante, es uno de los Autores que se estienden mas, y establece principios importantes en la práctica; pues dice § 613 del tomo de *máquinas hidráulicas*. "Una noria, para llenar completamente su objeto, debe tener las propiedas siguientes: 1.ª que sea ligera y sólida al mismo tiempo; 2.ª que sea tan simple, que el obrero mas ordinario pueda construirla fácilmente, y que un labrador de mediana inteligencia pueda él por sí mismo repararla; 3.ª es preciso, que, sin inconveniente, eleve el agua mas turbia, que se componga de los materiales mas comunes, y ménos costosos; 4.ª que no deje escapar el agua elevada mientras dura la travesía desde el depósito hasta la arquilla donde desagua; y al instante que el agua haya llegado á esta altura, es necesario que se descargue del todo inmediatamente y sin pérdida."

SECCION SEGUNDA.

Descripcion de las norias existentes en el dia.

157 Con el objeto de presentar desde luego los modelos de las norias mas generalmente establecidas, y que al mismo tiempo reuniesen la circunstancia de ser las mejor construidas, conferencié con el céle-

bre Profesor *Don Antonio Sandalio de Arias*, tantas veces citado en esta obra, y con *Don Juan de Mata Morales*, Maestro carretero y constructor de todo género de ruedas de engrane, que vive en Madrid calle de Fúcares núm.º 24, frente á la tahona del Convento de Jesus; y convinimos en que sería bueno presentar modelos de cada una de las principales. Por lo que, en compañía del espresado *Don Juan de Mata Morales* y de *Don Juan Bautista Peironet*, encargado por mí para tomar las medidas á mi presencia y ejecutar los dibujos, reconocimos varias norias, cuya descripcion vamos á presentar, reduciendo las dimensiones á la mitad de las que tienen los dibujos que me ha presentado el mencionado *Peironet*.

La (fig. 28 lám. 4.ª) representa la planta de la noria del Convento de Jesus de esta Corte, una de las mas bien construidas que existen, y aparece como si se mirase la máquina, segun suele decirse, *á vista de pájaro*, esto es, que la viésemos estando colocados en una altura, encima de la misma máquina, como si estuviésemos en el techo de su cubierta, y correspondiese nuestra vista verticalmente al punto medio de todo el terreno que ocupa la máquina.

En la (fig. 29 de la misma lámina) señalamos el alzado de la misma noria, que la representa vista de frente, esto es, como si nos colocásemos delante de la misma noria, de modo que estuviésemos en la prolongacion del eje de la rueda sobre que giran los arcaduces, y del lado en que se ve caer el agua de estos.

La (fig. 30) representa una seccion hecha en el terreno por un plano vertical, que pase por la línea *MN* de la planta (fig. 28), y que llegue hasta lo mas profundo del pozo, para que se vea la disposicion de los arcaduces, de la maroma, del agua dentro del pozo y forma de este en la parte inferior. Se supone que el punto de vista ó parage donde está la persona que mira, se halla en la prolongacion del eje de la rueda sobre que giran los arcaduces, y por el lado en que se ve caer el agua.

Y (la fig. 31) representa el alzado de la misma noria, visto por el testero, esto es, como si nos colocásemos en la prolongacion del eje de la rueda sobre que pasan los arcaduces, pero por el lado opuesto al en que se ve que estos derraman el agua.

Esta máquina se compone de dos ruedas, la una llamada *rueda del aire*, que toda ella se ve señalada perfecta y completamente por *aa* (fig. 28); y la otra llamada *rueda del agua*, que se ve completamente en la (fig. 30) señalada por *bb*; y cuya mitad, vista por cada uno de sus lados se presenta en las (figs. 29 y 31). Ca-

da una de estas ruedas termina en 44 dientes, llamados *puntos*, los que engranan unos en otros, como se ve en las cuatro figuras.

158 La potencia, que aquí se supone es la caballería, que señalamos con *P*, como inicial de *potencia*, se aplica en el estremo de la palanca *p* de todas las espresadas figuras.

La resistencia, que hay que vencer, es el peso del agua que va dentro de los arcaduces, que están fijos á la cuerda; que por tener unidos sus estremos se llama *cuerda sin fin*, *ó cadena sin fin*; y esta, plegándose sobre la parte superior de la rueda del agua, los arcaduces, al pasar por el punto correspondiente al diámetro hizontal de dicha rueda, se principian á inclinar, y comienzan á vaciarse, cayendo el agua en un cajon de madera, que se llama *artesilla*, y que está dentro de la rueda del agua, representado por *A* (figs. 29 y 30).

159 El modo de obrar la máquina es el siguiente. La potencia ó motor, que, en general es una caballería, se mueve por el camino de puntos *D* (fig. 28) que se llama *anden*, en la direccion que manifiesta la flecha con su punta; y tira del balancin aplicado en *q*, el cual hace que la palanca *p* gire en la misma direccion: y como esta palanca se halla fija en el árbol *Q*, al que tambien está fija la rueda del aire *aa* (figs. 28, 29, 30 y 31), resulta que esta gira tambien en el sentido que espresa la flecha con su punta, que es la parte que va siempre delante.

Como los dientes de la rueda del aire engranan con los de la rueda del agua, resulta que esta se mueve en la direccion que señala tambien su flecha, que en las cuatro figuras es el parage hácia donde están las bocas de los arcaduces.

Se advierte, pues, que la potencia se mueve en el plano horizontal, que es el anden, la cual hace que la rueda del aire se mueva tambien en un plano horizontal; y que la rueda del agua se mueve en el plano vertical, dando vueltas continuamente. Luego queda demostrado, que la *noria*, *considerada como máquina*, *no es mas que un aparato*, *en virtud del cual*, *un movimiento circular continuo se convierte en otro movimiento tambien circular continuo*; por consiguiente, corresponde á la clase octava segun espresamos (§ 266 Mec.), de la clasificacion de todas las máquinas presentes, pasadas y futuras, hecha por los dos célebres Españoles *Don Jose Lanz y Don Agustin de Betancourt*: y dicha máquina viene á reducirse á un torno sobre el cual pasa un sistema de cuerdas ó cadenas sin fin, en cuya longitud se fijan unas vasijas que se designan bajo el nombre de *cajones*, *arcaduces*, *ó cangilones*, que forman una

continuacion de pequeños depósitos móviles desde el fondo, donde van á tomar el agua, hasta la parte superior donde se derrama el líquido. El modo de obrar se reduce á comunicar un movimiento de rotacion á la rueda del agua, en cuyo caso esta lleva consigo el sistema de cadenas ó cuerdas sin fin, que pasa en contacto con la circunferencia de dicha rueda del agua, pero sin arrastrar sobre ella, por impedirlo el rozamiento. Los cangilones del lado ascendente todos van llenos, mientras que los del lado descendente todos están vacíos y tienen su boca ó abertura hácia abajo.

160 Si concebimos el árbol *Q* prolongado hasta el fondo del pozo, notarémos que toda la parte de la máquina que hay á la derecha, es igual con toda la parte que existe á la izquierda: por consiguiente, la parte de la maroma de la derecha pesará tanto como la parte de la maroma de la izquierda; y estando los arcaduces colocados á distancias iguales los unos de los otros, habrá tantos hácia un lado como hácia otro; y estando todos ellos vacíos (escepto los que están dentro del agua), cuando la noria está parada, resulta que en este caso pesarán tanto los de la derecha como los de la izquierda. Mas no sucede lo mismo cuando la noria se mueve; pues en este caso todos los arcaduces que suben, que son los fijos en la parte ascendente de la maroma, están llenos de agua, y todos los que bajan, ó que están en la parte descendente de dicha maroma, están vacíos; resulta pues que, cuando la noria está en actividad, el peso de la parte situada al lado por donde sube la maroma escede al peso del lado por donde esta baja, en todo el peso del agua que contienen los arcaduces que hay entre el nivel del agua en el pozo y el punto mas alto de la rueda del agua; y en su consecuencia, á no ser por el rozamiento que sufren las maromas ó cadenas sobre los aguadores de la rueda del agua, se movería esta sin llevar tras sí en este movimiento á la maroma, en cuyo caso el agua no subiría.

161 Este es uno de aquellos casos en que el rozamiento es sumamente ventajoso; y desde ahora debemos hacer notar, que todo lo que sirva para aumentar el rozamiento de la maroma con los aguadores de la rueda del agua es útil y conveniente, así como sucede todo lo contrario en las demas partes de la máquina, es decir, que se debe disminuir el rozamiento cuanto sea posible.

162 Todas las demas partes accesorias de la máquina están señaladas en las figuras; mas, para no omitir nada que pueda ser ventajoso, entrarémos aquí en algunos detalles poniendo al mismo tiempo las dimensiones de cada parte. Con *AA* (fig. 28) señalamos la em-

bocadura del pozo que es de 13 pies de línea ó largo y $4\frac{1}{2}$ de ancho; el vestido de fábrica de ladrillo tiene de grueso pie y medio, y la profundidad del pozo es de unos 60 pies inclusos 10 de agua. Representamos por *BB* (figs. 28, 29, 30 y 31) los dos machones de ladrillo, de 4 pies de grueso en cuadro, y de 7 pies de alto, sobre los que carga la carrera *CC*, que es un madero de un pie de grueso, que sirve para sujetar el árbol *Q* con el auxilio del medio punto *u* (figs. 29 y 30).

D (fig. 28) que representa el *anden* sobre el que pisa la caballería, tiene 20 pies de radio; *E* puerca ó cubo de la rueda del agua; tiene $3\frac{1}{2}$ pies de línea ó largo y $1\frac{1}{2}$ de diámetro; *a'* representa las palomillas en que descansan y giran los gorrones de la puerca que son de fierro; *bb* (fig. 30) representa la rueda del agua, que tiene 10 pies de diámetro, incluso el vuelo de los puntos y 6 dedos de grueso; carga en la puerca por medio de las cruces *c*, *c*, *c* (fig. 30) que ensamblan en esta y de las contracruces *d*, *d* teniendo 44 puntos, que señalamos con *e*, *e*, de cuatro dedos en cuadro de grueso en la base y tres en el estremo, con medio pie de salida.

La rueda del agua consta ademas de otra, llamada *volandera*, que señalamos con *f* (figs. 28 y 30); la cual está unida á dicha rueda del agua por medio de unos palitos *oo* (fig. 28) de dos dedos de diámetro, llamados *aguadores*; los cuales atraviesan á ambas ruedas y están sujetos á ellas por medio de clavijas; la *volandera* tiene 9 pies de diámetro y su grueso es $3\frac{1}{2}$ dedos; *mm* representa la maroma de esparto (fig. 30) á que están sujetos ó fijos los arcaduces *nn* de barro por medio de una lia, que se ata á la maroma; el grueso de esta maroma es de 3 dedos.

Los arcaduces tienen de alto $1\frac{1}{4}$ pie, con medio pie de boca como se ve en grande al lado de la (fig. 30); y se atan á la maroma por la parte curva *p* que forman hácia su medio, como hemos dicho; el material, de que se componen, es barro ordinario. Representamos por *A* el cajon de madera donde cae el agua llamado *artesilla* de $8\frac{1}{2}$ pies de línea ó largo, y como $1\frac{1}{4}$ pie de ancho; teniendo la figura de la rueda del agua, y recogiendo este líquido que los arcaduces vierten en ella; *l l* (fig. 29) representan los barrotes que sostienen el testero de la artesilla, que se llama *guardaviento*; *t* (fig. 28) es un canal de madera, que da salida á las aguas de la artesilla, y las introduce en la arqueta de reparto *s* que es de fábrica de ladrillo; *Q* representa (figs. 29, 30 y 31) el árbol, á que está fija la palanca y que sirve de eje á la rueda del aire; tiene 1 pie de grueso

y 12 pies de alto, y está sujeto, como ya hemos dicho, á la carrera por un trozo de madera de la figura del árbol, esto es, circular, al que llaman *medio punto* como se representa (fig. 28), y el que está clavado holgadamente á la carrera, de modo que no impide el movimiento del árbol; u' (fig. 31) representa un gorron de fierro y acero á partes iguales por lo regular, que tiene dos pulgadas de diámetro; el cual gira ó carga sobre un trozo de madera x, que está encajado en una cepa de fábrica de ladrillo; esta tiene una concavidad de tres dedos, y en ella una plancha de fierro y acero llamada *tejuelo*, en la que carga el referido gorron, que introducido mas de media vara en el árbol, contribuye al movimiento de este.

A los diez pies de altura del árbol, contada desde el estremo inferior, hay un madero ensamblado p á dicho árbol, al que se le llama *palanca*, del cual tira la caballería, sujeta á él por medio de los tirantes que salen del horcate que ésta lleva y que se hallan atados á un madero llamado *balancin* q en la forma que marca la (fig. 28); su línea ó largo es de 22 pies, y su grueso 4 dedos; g madero llamado *guia*, de 20 pies de línea ó largo, y que no sirve mas que para atar el ramal de la caballería; h fiancilla, tambien de madera, para sujetar la palanca y la guia; aa rueda del aire de 10 pies de diámetro, incluso el vuelo de sus *puntos*, que en un todo es igual á la rueda del agua, solo que se halla colocada horizontalmente y sostenida por los maderos b' llamados *cruces*, que tienen unos tornillos con su rosca y tuerca para sujetarlos contra ella: ayudan asímismo á sostener dicha rueda otros maderos c' de 4 dedos de grueso y colocados verticalmente, que ensamblando en el árbol y rueda, segun se ve en la (fig. 31), sostienen parte de su peso: á estos se les da el nombre de *riostras*.

163 Pasemos á los detalles del pozo (fig. 30); d' representa la cadena de madera, que forma un paralelógramo, y se compone de maderos de pino de 1½ pie de grueso, y está sentada en el terreno sin material ninguno. Consta de largueros y cruceros, ensamblados á medias maderas, y sujetos con fuertes clavos; c' fábrica de pedernal sentada en seco, es decir, sin estar recibidos los cantos con material ninguno; m' m' representa el nivel del agua; n' n' n' n' representa el vestido de fábrica de ladrillo, sentado con cal y arena; o' puente ó arco de ladrillo de 3 pies de dovela y de 2½ de ancho para sostener el vestido; tiene ademas otros tres puentes; r' maderos, llamados *pastores*, cuyo objeto es impedir el que la maroma se salga de la rueda en que descansa al subir cargados los arcaduces. Final-

mente, la madera, de que se compone toda su máquina, es de álamo negro, escepto la carrera contra la que está sujeto el árbol, que es de pino.

164 La (fig. 32 lám. 5.ª) representa la planta de una noria, sita en los jardines del Real Sitio del Buen Retiro; la (fig. 33 de la misma lám.) su testero; la (fig. 34) la seccion dada por la línea *MN* de la planta (fig. 32). Su mecanismo es enteramente el mismo que el de la ya descrita; y solo se diferencia de ella, en que, en vez de cuerda sirve una cadena de fierro; y los arcaduces, en vez de ser de barro, lo son de azofar, y tanto por el mayor peso de la cadena como por la mayor profundidad del pozo, esta noria necesita de dos caballerías para efectuar su movimiento.

Tambien se diferencia en que el árbol, en lugar de estar prolongado y sujeto á una carrera, solo tiene de altura 4 dedos ménos que lo que le falta para llegar á los barrones de fierro, contra los que por medio de un gorron tambien de fierro que sale de dicho árbol, está sujeto, por medio de un trozo de madera con un agujero en el que entra el gorron, y asegurado dicho trozo de madera á los barrones por unas abrazaderas tambien de fierro. En esta máquina, las ruedas tanto del agua como del aire son mayores que las de la noria anterior; y los aguadores son de fierro en lugar de serlo de madera.

Esta noria se halla cubierta, y para evitar el que las caballerías anden, cuando por cualquier motivo hayan de estar paradas, en el punto de la fábrica de la pared del cerramiento hay recibida una cadena de eslabones de fierro, la que se sujeta en el gancho que está al estremo de la primera palanca, y de este modo queda asegurada sin poder andar la caballería á no hacer un estraordinario esfuerzo.

Las partes de que se compone dicha noria son las siguientes; *aa* (fig. 32) representa el hueco de la embocadura del pozo de 17 pies de largo y 4½ pies de ancho; su profundidad es 108 pies inclusos 12½ pies de agua, y su construccion igual en un todo al anterior; *b*, cubo ó puerca de 3½ pies de línea ó largo y de 1½ de diámetro en el punto medio, disminuyendo por sus estremos; *c* palomillas en que cargan y giran los gorrones de la puerca; tienen un pie de línea y seis dedos de alto; *dd* (fig. 34) rueda del agua, que tiene 10 pies ¾ de diámetro, con 48 puntos de engrane; estos puntos, que señalamos por *e*, tienen ¼ de pie de grueso en cuadro por la base y tres dedos por su estremo, y vuelan de la rueda ¾ de pie;

cargando dicha rueda en las cruces y contracruces. Consta ademas esta rueda, de la volandera *f* sujeta á la del agua por los aguadores *oo* (fig. 32), que son de fierro, con una rosca y su tuerca por fuera de la volandera: *gg* rueda del aire (fig. 33) en un todo igual á la del agua, solo que tiene de diámetro $10\frac{1}{2}$ pies inclusa la salida de los puntos. Carga esta rueda en las cruces *h* y las contracruces *i* (fig. 32); *l* (fig. 34) representa la artesilla, cuya figura es la de la rueda del agua, y está sostenida por los maderos *mm*; á su estremo derecho tiene un conducto de plomo *n* (fig. 32) que comunica el agua á la arqueta del reparto *o'*; *pp* (fig. 32) representa las palancas, de que tiran las caballerías enganchadas en los balancines *qq*; *rr* (figs. 32 y 34) representa las fiancillas de fierro para sujetar las palancas; *s*, *s* (fig. 33) representan barrones de fierro que contienen la fábrica del cubierto, y en su encuentro medio se sostiene el árbol segun se ha dicho anteriormente; *t* jabalcones para aliviar el peso de estos mismos; *s'* (fig. 34) riostra de la palanca 1.ª que sirve para asegurarla; *u* (fig. 33) tejuelo en que gira y carga el gorron inferior del árbol.

165 Como hemos dicho que esta noria, en vez de maroma tiene una cadena de fierro, y como los arcaduces son de azofar, entrarémos á dar los detalles de las (figs. 35, 36, 37 y 38).

Como el tamaño de la escala es pequeño, y no pueden manifestarse bien claramente ciertas partes, hemos hecho las espresadas figuras con la escala de dedos que está representada en *E*.

La figura 35 manifiesta un trozo de la rueda del agua en la que se ven los aguadores *a*, que no son otra cosa que unos barroncitos de fierro redondos de un dedo de grueso; en un estremo tienen una cabeza cuadrada *b* y en el otro una tuerca *c*; este barron atraviesa á la rueda del agua *g*, y á la volandera *h*; quedando un intermedio entre las dos, capaz de contener la cadena: por *i* representamos las pezoneras, y por *l* señalamos los dientes de engrane á que llaman *puntos*.

La fig. 36 manifiesta el perfil de la cadena.

La fig. 37 indica esta cadena vista de frente, la que consta de unos barroncitos *m* redondos, de fierro, de cerca de un dedo de grueso, y de $12\frac{1}{2}$ dedos de largo; estos se hallan horizontales y á distancia de 13 dedos uno de otro; perpendiculares á estos, hay otros dos barroncitos *nnnn*, ó eslabones, en cada estremo del barron horizontal, del mismo grueso que estos y redondos igualmente, los que por medio de una vuelta remachada *o* atan con los que están horizontalmente; entre estos barroncitos verticales hay una distancia de dedo y

medio y forman un eslabon. El otro eslabon le constituye otro barroncito horizontal *m'* igual con los *mm*, y dos planchetas de fierro *pp* de $\frac{1}{2}$ dedo de grueso, y de $1\frac{1}{2}$ dedo de ancho. Estas, por medio de una vuelta remachada, atan con los barroncillos horizontales; pero esta vuelta se halla remachada por el lado inverso al que lo están los barroncillos verticales; por lo que forman el perfil que se ve en la (fig. 36): siguiendo este mismo órden toda la cadena.

La (fig. 38) manifiesta el arcaduz, que es de azofar, de 18 dedos de alto, circular y de 10 dedos de boca; en su medio tiene un asa *b* y está sujeto á la cadena, por las abrazaderas *a* que llegan hasta dicha asa, y tienen un anillo, por los que, y por el ojo del asa del arcaduz, atraviesa un pasador de fierro *c* remachado por un estremo, y por el otro tiene una tuerca, que con su correspondiente pezonera, sujeta dichos cuerpos; estas abrazaderas de fierro salen de los barroncillos *p* á que están sujetas por medio de una vuelta remachada.

166 La (fig. 39 lám. 3.ª) representa la planta de una noria, que se halla situada extramuros de Madrid, fuera de la puerta de Atocha á la derecha del camino que va á Vallecas, y en la huerta que está en frente de la puerta llamada de la Campanilla; á esta noria, se le da el nombre de *noría de carro*. La (fig. 40 de la misma lám.) representa su testero, y la 41 una seccion dada con un plano que pase por el eje ó dimension mayor del pozo. Este es de igual construccion que los demas destinados á este objeto: solo que, en lugar de puentes construidos á trechos como tienen los otros, á los 23 pies mas elevados de su profundidad arranca un arco ó puente general, el que se eleva hasta el punto en que no estorba el giro de la rueda del agua, que es á los 7 pies de su boca; este puente acaba en sus dos lados por la curva que le corresponde para formar completamente un círculo con la curva estrema del pozo, de manera, que aparecen dos pozos, uno á cada lado, aunque es uno solo en realidad: á esta forma de pozo se le da el nombre de *pozo de calzones*, y aun algunos les llaman *pozos á la inglesa*; en cuanto á lo demas, es igual á los ya manifestados. Este pozo tiene de embocadura 15 pies de longitud, $4\frac{1}{4}$ pies de latitud y 84 pies de profundidad inclusos 20 pies de agua.

La máquina consta igualmente de dos ruedas: una *del agua*, que se mueve en el plano vertical y otra *del aire*, que se mueve en el plano horizontal con el auxilio de una caballería. El mecanismo de esta noria se diferencia del de las anteriores, en que la rueda del aire no tiene dientes, sinó que se compone de dos ruedas iguales, unidas entre sí por un cierto número de palos que se lla-

man *husillos*; y al todo se le llama vulgarmente *carro*; y nosotros caracterizamos con el nombre de *linterna*. Los husillos están representados por *oo* en las (figs. 39, 40 y 41) teniendo la que describimos 32 husillos, cuyo grueso es de 2 dedos, y su longitud pie y medio,

La rueda del agua es idéntica con la anterior en todo, escepto en que los dientes ó puntos que la anterior tiene en la circunferencia esterior de la rueda, se hallan en esta colocados lateralmente, y vienen á ser prolongacion de los aguadores. Estos dientes engranan en los husillos de la linterna ó carro, y se verifica el juego ó movimiento de la máquina del mismo modo que en las anteriores, á saber: la caballería se mueve en el andén, que se halla en el plano horizontal, ejerciendo su impulso en el punto *p* que es el parage donde el balancin está unido á la palanca fija al árbol; este da vueltas y hace que las de tambien la linterna ó carro; y como los husillos de este engranan con los dientes de la rueda del agua, esta se mueve en el plano vertical, y no pudiendo resbalar la maroma ó cuerda por los aguadores, á causa del rozamiento, dicha maroma ó cuerda se va plegando sobre los aguadores y va subiendo por el parage donde los arcaduces están llenos; y al llegar á pasar del punto de contacto del diámetro horizontal, principian á inclinarse y van derramando en la artesilla el agua que contienen. Las demas partes de la máquina reciben los nombres siguientes: *a* (fig. 39) paso de la caballería, ó andén; *bb* (figs. 39 y 41) rueda del agua que tiene 10 pies de diámetro, la cual consta de cubo ó puerca, volandera y aguadores, y está sostenida por cruces y contracruces; *cc* representan (fig. 39) las cabezas de los aguadores, ó mas bien su prolongacion, llamados *puntos*; *d* (fig. 41) artesilla que recibe el agua que vierten los arcaduces y está sostenida por los palos ó maderos *e* llamados *jabalconcillos* (fig. 39); *f* canal que da salida á las aguas de la artesilla; *g* árbol de 1 pie de grueso y de 11 pies de alto (fig. 40); *hh* linterna ó carro de 2 pies de alto y de 9 pies de diámetro con 32 husillos; *i* (fig. 39) cruces que sostienen la linterna: *l* riostras para este mismo objeto: *mm* carrera de 1½ pie de grueso que sujeta contra sí el árbol; *n* palanca ensamblada en el árbol y de la que tira la caballería; *p* balancin en el que se engancha la caballería; *q* es la guia; *oo* husillos de la linterna ó carro, de dos dedos de grueso.

167 La (fig. 42 lám. 4.ª) representa la planta de una noria de las que se dicen *movidas por alto*, á causa de que tanto la rueda

del agua como la linterna ó carro se hallan por la parte superior de la caballería. La (fig. 43) representa su alzado. Ademas de esta diferencia, respecto de las ya descritas, reune la circunstancia de que los dientes, que engranan en los husillos de la linterna, no están aplicados al lado de la misma circunferencia de la rueda, sinó que se hallan sobre otra rueda, que se llama *rueda de puntería*, paralela á la del agua, fijas ambas en el árbol horizontal que se llama *árbol grande*, cuya longitud debe ser tal que la caballería pueda girar entre el pozo y el árbol chico, que es el *f* (fig. 43 de la misma lámina), cuya posicion es vertical. El movimiento de la máquina se efectúa del modo siguiente.

Caminando la caballería por el andén, como indica la flecha, hace que el carro se mueva en un plano horizontal; en los husillos del carro engranan los dientes de la rueda de puntería; y por este sencillo medio, la espresada rueda de puntería, y su paralela la *rueda del agua*, unidas ambas por el árbol grande *b*, se mueven en el plano vertical; por causa del rozamiento, la cuerda ó maroma donde están los arcaduces llenos, va subiendo; y al llegar á estar en contacto con el punto de la rueda que corresponde al diámetro horizontal de la rueda del agua, principian á inclinarse los arcaduces y derraman el agua en la artesilla.

La esplicacion de las demas partes de la máquina es como sigue: *a* (fig. 43) representa el vestido del pozo, que se eleva 3½ pies mas que el pavimento, para evitar la caida de la caballería al pozo; el grueso de este vestido es de 2 pies; su línea ó largo 12 pies, y su ancho 4½ pies. Para evitar el que se pierdan las pocas aguas que salpica la artesilla, tiene el brocal del pozo por su superficie 6 dedos de desnivel y por el interior del pozo la imposta, que es de solado de piedra, ó mas bien dicho, las losas, que cubre el vestido, sobresalen del plano de dicho vestido 4 dedos, el grueso de este solado es ½ pie, y las losas son de piedra berroqueña; *b* (fig. 42) representa el árbol grande, de 14½ pies de línea y de 1 pie de grueso; á sus estremos tiene dos gorrones que cargan, el opuesto á la rueda del agua en una carrera de 1½ pie de grueso, y el inmediato á dicha rueda en una palomilla que hay en la elevacion del vestido del pozo; *c c′* (fig. 43) rueda del agua de 9 pies de diámetro, igual en un todo á las manifestadas, pero sin puntos; *dd* (fig. 42) rueda de puntería de 9 pies de diámetro, la que por medio de 36 puntos engrana con la linterna *ee*, que es de 4½

pies de diámetro; tiene 16 husillos de 2 dedos de grueso y está afianzada en el árbol llamado *chico* *f* (fig. 43), el cual tiene la palanca *h* y la guía *m*, y es el que comunica el movimiento al árbol grande. El árbol chico se halla sujeto á la carrera por medio de una pieza llamada *charnela* *n* (fig. 43) en la que entra el gorron de fierro; *l*, andén ó sea paso de la caballería, que tiene 16 y ½ pies de diámetro. Los pastores *oo* (fig. 42) de esta noria están en el interior del pozo con un eje de fierro que entra en unos nudillos recibidos en la fábrica, los que al pasar la maroma por ellos, siendo circulares, dan vueltas y no entorpecen el ascenso de la maroma.

168 Acerca del modo con que en la actualidad se abre ó rompe el pozo de las norias, debemos advertir, que es indispensable contar con el grueso del vestido: y á fin de manifestar cuanto ocurre sobre esta materia, supondrémos que nos hallamos en el caso de tener que hacer un pozo de noria de 17 pies de línea y de 4 pies de ancho, siendo el grueso del vestido 1½ pie. Contando con esto, deberá tener la escavacion 20 pies de línea y 7 de ancho; y así, despues de replanteado el pozo, se hará la escavacion (fig. 44 lám. 4.ª) en la forma que se marca; se profundizará hasta el punto en que se encuentren las aguas; y halladas estas no se continuará mas y se dará principio al vestido. Para lo cual se sienta la cadena que cónsiste en maderos de tercia, ensamblados á medias maderas, y unidos con grandes y fuertes clavos. Sobre esta cadena se levanta un trozo de fábrica de pedernal de 10 pies en seco, es decir sin mezcla alguna, y luego continúa la fábrica de ladrillo con sus correspondientes puentes, quedando de este modo vestido el pozo.

Suponemos en este caso que el terreno es bueno, es decir, duro: mas no siempre se verifica esto, pues hay terrenos muy blandos ó flojos; de estos hay unos que se dicen ser *banqueados de arena*, otros *gredosos*, y otros finalmente *hojeriscos ó de hoja*; porque se abren en forma de hojas ó capas y se desprenden á cada lado; estos casos presentan dificultades en su rompimiento, por el mucho peligro de los trabajadores y la incomodidad de continuar si se hunde á cada paso. Para verificarlo en esta circunstancia, se observa lo siguiente: colócanse (fig. 45) á los lados longitudinales del pozo los tablones *a* horizontalmente; á los 4 pies de los costados, pónense otros tablones perpendiculares *b*; esto se estiende en cada lado, luego de uno á otro se pone un robusto madero *C*: á dis-

tancia de 4 á 5 pies se colocán otros, y así se continúa poniendo cuantos fuesen necesarios hasta llegar al punto en que encontramos las aguas: á esta operacion se la llama *acodalar*.

Cuando el terreno es muy flojo y no bastan los codales, y aun no se han encontrado las aguas, y es preciso seguir (suponiendo que estamos á unos 20 pies de profundidad y que el terreno es muy malo), se ponen tres maderos á distancias iguales (fig. 46); estos entran 3 ó 4 pies de uno y otro lado del pozo dentro del terreno, á los que se les llama *asnillas* y señalamos por *dd*: sobre estas asnillas se ponen los largueros de la cadena *ee*, y en estos, á medias maderas, cargan los cruceros entrando sus cabezas en el terreno 3 ó 4 pies, y dando principio al vestido de fábrica de ladrillo *f* con sus correspondientes puentes *g*, continuando así hasta la embocadura. A medida que se va vistiendo, se van quitando los codales *h*, dejando en cada trecho de fábrica de 10 á 12 pies un arco *g* de ladrillo llamado puente con la construccion que se marca en el plano.

Verificado esto, se deja 8 ó 10 dias que la fábrica haga su asiento; y luego se continúa profundizando. Si el terreno sigue malo, se continúa haciendo la misma operacion á otros 20 ó mas pies, poniendo otra cadena sobre otras asnillas: vístese igualmente &c. y así se sigue, repitiendo esto cuantas veces fuere necesario hasta encontrar las aguas: en cuyo caso, pónese otra cadena, vístese con pedernal el filtradero, y luego con ladrillo hasta intestar con lo demas, quedando de este modo concluido el pozo.

Las asnillas se dejan hasta que está concluido el pozo, y aun despues hasta pasados 15 ó 20 dias que se sierran al plomo del vestido quedando sus cabezas dentro del terreno, y de la fábrica.

SECCION TERCERA.

Relacion que tiene la potencia con la resistencia en cada noria, y cálculo de su efecto útil en el único hecho que citan los Autores.

169 Lo mas interesante que ocurre en todas las máquinas, es la determinacion exacta de la relacion que tiene la potencia con la resistencia; pues, sin este conocimiento, hay el riesgo de tomar como mejoras los mismos defectos: sobre este particular nada hemos encontrado bastante satisfactorio en los diversos Autores, tanto Españoles como Estrangeros: y siendo la parte mas necesaria y esencial, vamos á detenernos lo que convenga sobre este asunto: su inteligencia se facilitará, si se ha formado una idéa exacta de las tres

partes distintas, de que se compone toda máquina, y que hemos analizado al principio de nuestra Mecánica industrial (pág. 243 II C), haciendo ver que *dichas partes se pueden variar entre sí, pero independientemente de las demas, sin que se altere la naturaleza de la máquina, ni la relacion de la potencia con la resistencia, ni su efecto útil.*

170 En los cuatro modelos de norias existentes, que hemos presentado, se supone que la fuerza motriz es una caballería; la cual por el mecanismo que se llama *collera*, y tirando del balancin, ejerce su impulso en el parage *P* de todas las figuras *; y la recta que desde el punto, á que se fija el balancin, se tire perpendicularmente al eje del árbol, espresará la distancia de este punto de aplicacion á dicho eje, que está fijo y no tiene otro movimiento que el de rotacion. Si no existiese mas que el árbol con la rueda del aire, ó se quitasen algunos dientes á las ruedas del agua ó del aire, ó algunos husillos al carro ó linterna, resultaría que, al moverse la caballería, solo tendría que vencer el rozamiento que causa el *gorron* inferior del árbol sobre el tejuelo en que se mueve; y tambien el que puede resultar de girar el árbol dentro del hueco que hay entre la carrera, y el medio punto; mas, á causa del engrane de los dientes de las ruedas del aire y del agua, la caballería no puede moverse en la direccion que la flecha indica por su punta, sin obligar á la rueda del agua á moverse en el sentido que tambien indica su flecha; por lo cual, debemos averiguar de antemano en qué relacion está la potencia ejercida en *P*, que llamarémos *P*, con la resistencia ejercida en el parage en que engranan los dientes de las dos espresadas ruedas. Con este objeto, supongamos que *PC* (fig. 47 lám. 4) represente, mirada á *vista de pájaro* la longitud del brazo de palanca, á cuyo estremo *P* se pone la caballería; y que *r* señale el estremo del radio de la rueda del aire, ó la distancia del centro de dicha rueda hasta el punto en que engranan los dientes de la rueda del aire con los de la del agua. A dos principios de Estática podemos recurrir para encontrar la ley fundamental, entre las mencionadas potencia y resistencia, y son: ó á considerar que el sistema de la rueda del aire y de la palanca, en cuyo estremo se halla la

* En vez del horcate que se usa generalmente, he puesto la forma de que usan los Estrangeros, á fin de que la cuerda ó corréa jamas toque á la caballería; pues en este caso el roce con el cuerpo del animal impide que este produzca toda la fuerza de que es susceptible. Si se introdujese esta mejora, nuestros carruages podrían llevar mucha mas carga sin molestar las caballerías de tiro.

caballería, *forman un torno* (§ 297 II C) *en que el radio de la rueda es el brazo de palanca* PC; *y el radio del cilindro la distancia* Cr; ó á considerar que *el sistema* PCr *forma una palanca, ya recta como se representa en dicha posicion, ó ya angular, como se representaría en cualquiera otra situacion de la potencia ó motor, como por ejemplo la* P'Cr; y tanto la ley de equilibrio en el torno (§ 229 II C), como la de la palanca (§ 282 II C), nos darán la siguiente ley parcial de equilibrio, á saber: que *la potencia, que se ejerce en* P, *y que espresarémos por* P : *á la resistencia, que se ejerce en* r, *punto de engrane de los dientes de las ruedas, que espresarémos por* r : : rC, *que es el radio de la rueda del aire* : PC, *que es la longitud del brazo de palanca á cuyo estremo* P *obra la caballería*; ó poniendo solo las líneas, se tendrá esta proporcion $P : r :: rC : PC$ (*a*).

Ahora, representando en la (fig. 48) de la misma lámina, la rueda del agua vista de frente, y por *r* el punto en que engrana con ella la rueda del aire, se verifica, que la resistencia que presenta la rueda del agua en *r* debe considerarse como potencia respecto de la resistencia que opone al movimiento la cantidad de agua que sube, la cual la podemos considerar que obra en el punto *R* en que la línea que forman los ejes de los arcaduces ó que pasa por su centro de gravedad, corta al radio horizontal de la rueda del agua. Luego tendrémos, que *la resistencia, que hemos considerado en* r *con relacion al motor, debe considerarse ahora como potencia respecto del peso del agua que sube, que es la resistencia que hay que vencer, y obra al estremo* R *de la línea* OR. Y como las dos líneas *rO* y *RO* tienen fijo el punto *O*, puesto que es el eje de la rueda del agua, que no tiene mas movimiento que el de rotacion, resulta que el sistema de las dos líneas *rO* y *RO* forma una palanca angular *rOR*; y en virtud de la ley de equilibrio en esta máquina simple (§ 282 II C), se verificará que si espresamos por *Q* el peso de toda la cantidad de agua que sube, que es la que tienen todos los cangilones, arcaduces ó cajones, que están fuera del agua del pozo, en la porcion ascendente de la maroma, tendrémos para el equilibrio en esta parte de la máquina, la siguiente proporcion $r : Q :: RO : rO$ (*b*); y como los términos de dos proporciones se pueden multiplicar entre sí por el órden con que están colocados, permaneciendo los productos en proporcion, (§ 190 I C), si multiplicamos ordenadamente las dos proporciones (*a*) y (*b*), nos resultará $P \times r : Q \times r :: Cr \times RO : PC \times rO$ (*c*).

Y como una razon geométrica cualquiera no se altera (§ 171 cor. I C) aunque sus dos términos se dividan por una misma cantidad, podrémos suprimir la r en ambos términos de la primera razon de la proporcion anterior, lo que equivale á dividir los dos términos espresados por la cantidad r, con lo cual se nos convertirá en

$$P : Q :: Cr \times RO : PC \times rO \ (d);$$

la cual nos quiere decir, que *la potencia es á la resistencia, como el producto del radio de la rueda del aire por la distancia del centro de la rueda del agua al eje que pasa por el centro de gravedad de los arcaduces ó cajones, es al producto del radio de la rueda del agua por el brazo de palanca en que obra la potencia, que es la perpendicular que desde el punto medio del balancin se tire al eje del árbol vertical.*

Como en toda proporcion geométrica se verifica (§ 246 Ar. de N.) que el producto de los estremos es igual con el de los medios, tendrémos, haciendo dicha multiplicacion $P.PC.\ rO = Q.\ RO.\ Cr.\ (A)$.

171 Si, como suele verificarse generalmente, la rueda del aire fuese igual con la rueda del agua, tendríamos que el valor de Cr sería igual con el de rO; y podríamos suprimir (§ 171 cor. I C) estas dos cantidades en la proporcion (d), que se nos convertirá en $P : Q :: RO : PC \ (e)$; la cual nos dice, que *cuando en la noria es igual la rueda del aire con la rueda del agua, se verifica, que la potencia, esto es, el esfuerzo que hace el motor, es á la resistencia, esto es, al peso de toda la cantidad de agua, que hay en los arcaduces ó cajones, que se hallan superiores al nivel del agua en el pozo, en la parte ascendente de la cuerda; como la distancia que hay desde el centro de la rueda del agua á la línea vertical en que se hallan los centros de gravedad de los arcaduces ó cajones, es á la longitud de la palanca á que obra el motor, que es la perpendicular que mide la distancia que hay al árbol vertical desde el centro del anillo en que se fija el balancin.* De donde resulta, que *mientras mayor sea el brazo de palanca, respecto de la distancia á que el eje ó centro de gravedad de los arcaduces ó cajones se halla del centro de la rueda del agua, tanto mas favorecida estará la potencia.*

Si multiplicamos estremos y medios en la proporcion (e), ó suprimimos en la ecuacion (A) los valores rO y Cr, que ahora los suponemos iguales, se tendrá $P.PC = Q.RO \ (B)$.

172 La *noria de carro* (figs. 39, 40 y 41 lám. 3.ª) solo se diferencia de la que acabamos de considerar, en llamarse *linterna* ó

carro, lo que en las anteriores se llama rueda del aire; por lo que la ley de equilibrio se verificará del mismo modo.

173 Pasemos á examinar las condiciones del equilibrio en las norias que se mueven por *alto*, cuyo modelo se halla en las (figs. 42 y 43 de la misma lám.).

Aquí se observa lo mismo que en la anterior, y por las mismas razones. En efecto, si suponemos que la (fig. 47) represente ahora la linterna y palanca de la (fig. 43), mirada á vista de pájaro, tendrémos que *la potencia ó esfuerzo que ejerce la caballería, es á la resistencia que se verifica en* r, *punto de contacto del husillo del carro con el diente de la rueda de puntería, como el radío de la linterna ó carro, es al brazo de palanca á que se aplica la potencia ó motor, medida por la perpendicular tirada al eje del árbol vertical á que está fijo el carro, desde el centro del anillo, donde se fija el balancin á palanca*; luego, espresando estas circunstancias por las letras de la figura, tendrémos $P : r : Cr : : PC$ (f).

Ahora, la resistencia que se verifica en r, se debe reputar como potencia, que hace girar á la rueda del agua, y por consiguiente hace subir parte de la maroma donde están fijos los arcaduces llenos. Y aunque no se puede considerar que están obrando en un mismo punto, cual es el centro de la rueda del agua, sin embargo, como tanto la rueda de puntería como la del agua se hallan fijas al árbol grande, que es el que está horizontal, tenemos aquí exactamente el mecanismo del torno, que hemos representado en la (figura 80 II C.), y se verificará aquí (fig. 48), del mismo modo que allá, que *la fuerza ejercida en* r: *al peso* Q *de toda el agua contenida en los arcaduces ó cajones, que se hallan sobre el nivel del agua en el pozo* : : RO, *distancia del centro de la rueda del agua al eje de los arcaduces* : rO, *radio de la rueda de puntería*; ó poniendo solo las letras y líneas que representan las cantidades, tendrémos

$$r : Q : : RO : rO \ (g).$$

Multiplicando las dos proporciones (f) y (g) ordenadamente, y suprimiendo la cantidad r, que resulta comun en los dos términos de la primera razon, se tendrá $P : Q : : Cr \times RO : PC \times rO$ (h); la cual nos dice, que *en las norias movidas por alto, la potencia, esto es, el esfuerzo que ejerce el motor, es al peso de toda la cantidad de agua que está en los arcaduces sobre la superficie del nivel del agua en el pozo, como el producto del radio del carro por la distancia del centro de la rueda del agua al eje vertical de los arcaduces ó cajones, es al producto del radio de la rueda de pun-*

tería por el brazo de palanca á que se aplica la potencia, medida por la perpendicular tirada al eje del árbol vertical desde el parage donde engancha el balancin.

Multiplicando el producto de los estremos é igualándole (246 Ar. de N.) con el de los medios, en la proporcion (h), tendrémos

$$P.PC.rO=Q.Cr.RO \ (C).$$

Y si el radio rO de la rueda de puntería fuese igual con el Cr del carro, tendríamos que $Cr=rO$, y podríamos suprimir estas dos cantidades sin alterar la proporcion anterior, en los dos términos de la segunda razon; con lo cual quedaría espresada la ley de equilibrio en la *noria movida por alto*, en la siguiente proporcion

$P:Q::RO:PC$ (i); que nos dice; que, *en la noria movida por alto, siendo el radio del carro igual con el de la rueda de puntería*, se verifica, en el caso del equilibrio, que *la potencia ejercida por el motor, es al peso de toda el agua que contienen los arcaduces ó cajones que están sobre el nivel del agua en el pozo; como la distancia que hay desde el centro de la rueda del agua al eje vertical de los arcaduces, es al brazo de palanca á que se aplica la potencia, que se mide por la perpendicular que desde el centro del anillo que une el balancin á la palanca, se tire al árbol vertical del carro.*

Si efectuamos el producto de los estremos, y lo igualamos con el de los medios en la proporcion (i), tendrémos $P.PC=Q.RO$ (D).

174 Con lo cual, tenemos establecidas todas las condiciones que deben verificarse, en el caso de equilibrio, entre la potencia y resistencia de todas las especies de norias, que hemos dado á conocer, y de cualesquiera otras que se puedan considerar por la variacion de sus engranes, ó de la especie del motor, ó del modo de su aplicacion; pues todas estas circunstancias pueden variar de muchas maneras, segun hemos manifestado en nuestra Mecánica industrial (II. C. pág. 242 y siguientes), sin que se altere ni la esencia de la máquina, ni su modo de obrar &c. &c.

175 Ahora bien, la relacion que debe guardar la potencia con la resistencia en las máquinas, consideradas en movimiento, cuando este ha llegado á ser uniforme, es, á causa de la inercia de la materia, la misma que la relacion en que se halla la potencia con la resistencia en el estado de equilibrio (§ 127 Lib. 5.°). Luego cuando la noria se halle en movimiento, accion ó actividad, *la relacion de la potencia con la resistencia será la misma que hemos manifestado* (§§ 171, 172 y 173) en su respectivo caso: debiendo con-

cluir que *las leyes espresadas* (§§ 171 y 173) *no se diferencian sinó en que en donde dice en la* (§ 171) *radio de la rueda del aire*, *se dice en la otra radio de la linterna*.

176 Hemos dicho ya (169), que no hemos visto que nadie haya calculado el *efecto útil* de las norias, ni que haya hablado de él. Solo se sabe que nueve esperimentos, hechos por *Mr. Emmery*, encargado de los trabajos del canal de S.t Maur, cerca de París, han dado para el término medio, deducido por mí, del efecto útil 0,588 de la potencia empleada; pero debemos advertir que la máquina á que se daba en efecto el nombre de *noria* era una ideada por *Mr. Gateau*, que difería mucho de las nuestras, y estaba movida por hombres.

177 En el Diccionario de Agricultura de *Rozier* pág. 63 tom. 12 de la traduccion española, se habla de las norias de España, y se dice lo siguiente: "La esperiencia me ha manifestado que una noria, que anda alternativamente dos horas, y está parada otras dos, eleva al dia, y de 10 pies de hondo, una cantidad de agua suficiente para llenar un depósito de 36 pies de longitud, 12 de anchura y 6 de profundidad."

Esto mismo se repite en la obra de *Mr. Borgnis*, en el *Diccionario Tecnológico* y en la pág. 492 del tomo 12 del *Curso de cultura* &c. *por Mr. Thoüin*; sin hacer ninguna reflexion, comparándola con la potencia empleada &c.; pero muy satisfechos todos estos Autores, de que dicho resultado era muy favorable. Y puesto que este es el único hecho, que hemos podido recolectar, juzgamos importante examinar cual es el *efecto útil*, que resulta en este caso. Para esto, si multiplicamos 36 por 12 y por 6, tendrémos los pies cúbicos de agua que se elevarían en las doce horas, y resultan 2592 pies cúbicos.

Estos pies cúbicos son franceses, sin duda ninguna; y para reducirlos á pies cúbicos españoles, deberémos multiplicar, en virtud de la tabla de la pág. 261 del tomo 4.º de las cartas de *Euler* traducidas por mi apreciado amigo el *Señor Don Juan Lopez de Peñalver*, por 1,584522 pies cúbicos españoles á que equivale el pie cúbico frances; lo cual nos dará 4107 pies cúbicos españoles, que multiplicados por 47 libras, que pesa el pie cúbico de agua, dan 193029 libras españolas para el peso de toda la cantidad de agua elevada.

La profundidad del pozo dice *Rozier*, que era de 10 pies, los cuales tambien serán franceses; y segun la tabla de la pág. 60 del tomo 4.º de dichas cartas de *Euler*, equivalen á 11,658 pies es-

pañoles. Si multiplicamos 193029 libras por 11,658 pies, tendrémos que el *efecto producido* por la espresada noria equivale á elevar 2250332 libras españolas á un pie español de altura.

Veamos á lo que equivale la cantidad de fuerza motriz empleada en dicho tiempo. Para esto, debemos observar que la potencia ó motor, segun se espresa *Rozier* con mayor claridad despues, es lo que nosotros hemos llamado *una caballería mayor*, cuyo efecto útil ó cantidad de fuerza que desenvuelve, segun la columna 5.ª del número 17 de la tabla 2.ª del (§ 151 Lib. 5.°) en un segundo, es equivalente á elevar 312 libras, ó con mas exactitud 311,99 libras españolas á un pie español de altura; en una hora es 1123164 libras; y en las 12 horas que suponemos dura el esperimento, será 13477968 libras españolas elevadas á un pie español de altura. Si dividimos el número anterior 2250332 de libras españolas, elevadas á un pie español de altura, que es el *efecto producido*, por el número 13477968 de libras españolas elevadas á un pie español de altura, que *es la cantidad de fuerza motriz empleada*, nos resulta 0,1669; lo cual nos quiere decir, que el *efecto útil de esta noria* es 0,1669 de la cantidad de fuerza motriz empleada; que *no llega á un quinto de dicha cantidad*. Y como no hay casi ninguna máquina, que produzca un *efecto útil* de tan corta consideracion, resulta que la noria, de que hablan las obras citadas, considerada como máquina, es acaso la peor de todas. Sin embargo, se dan por muy satisfechos y contentos los mencionados Autores de que esto era ventajoso: en lo cual convenimos; pues la utilidad del agua en la Agricultura es la mas asombrosa; pero todavía resultarán mas ventajas si conseguimos que este efecto se haga mucho mayor, como se verá en la seccion 7.ª donde presentamos el efecto útil de *nuestra noria perfeccionada*, y con particularidad en el (§ 254) en que calculamos el *efecto útil* de la noria construida por nuestros principios y para esta misma altura, resultando ser *cerca de tres veces mayor que el anterior*.

SECCION CUARTA.

Exámen de los inconvenientes que tiene la noria, con arreglo á los principios de Mecánica, é investigaciones de las circunstancias que se deben reunir para que produzca el máximo efecto.

178 Si es doloroso, malo y perjudicial el no haber encontrado en los Autores el modo de hallar la valuacion de la potencia con la

resistencia en la noria, ni la manera de calcular su *efecto útil*, es mucho mas doloroso y estraordinariamente perjudicial, el que se inserten proposiciones, no solo inexactas, sinó enteramente falsas, y diametralmente contrarias á lo que se verifica en la naturaleza. Repetimos que nuestro ánimo no es zaherir á ningun Autor; sinó aclarar un punto de la mayor importancia y utilidad. *Mr. Christian*, á quien tantas pruebas de aprecio hemos dado en esta obra, insertando muchos capítulos enteros suyos, dice pág. 185 del tercer tomo de su Mecánica Industrial. "Esta máquina antigua lleva el nombre de *noria*: construida de un modo simple y poco costoso, es una de las mejores bajo el aspecto del producto que se obtiene de ella con una fuerza dada, siempre que no se trate sinó de elevar el agua de 8 á 10 metros de altura (de 28 á 36 pies esp. de altura)." Los Autores del *Diccionario Tecnológico* dicen pág. 446 del tomo 14: "se consideran las norias como muy convenientes de emplearse cuando la fuente no está sinó á 8 ó 10 metros de profundidad." Y confieso con la mayor franqueza que, guiado yo por el aprecio que se merecen tan respetables Autores, y en particular el de este artículo del Diccionario, á quien conozco personalmente, había yo estampado ya en mi manuscrito la misma proposicion; mas al cimentar en ella, parte de lo que yo tenía que esponer, me convencí del modo mas positivo de lo erróneo que es semejante aserto; pues justamente se verifica todo lo contrario, á saber: 1.° que *la noria es la peor máquina ó la máquina mas desventajosa, ó que produce ménos comparativamente, què ninguna otra máquina, cuando la altura es pequeña*; y 2.° que *la noria es una máquina tanto mas adecuada, útil y provechosa, cuanto mayor es la profundidad del agua ó la distancia del nivel del agua en el pozo al eje de la rueda del agua.*

179 Para demostrar lo 1.°, supongamos que la noria, de que habla *Mr. Rozier* fuese análoga á la de que hemos hablado (164), cuyo diámetro es $10\frac{3}{4}$ pies; y por consiguiente su radio $5\frac{3}{8}$ pies. Resulta, pues, que para subir el agua de los 10 pies de profundidad que tiene el pozo, se necesita elevar la mayor parte hasta $5\frac{3}{8}$ pies mas, que es el punta superior de la rueda del agua; y suponiendo que el fondo de la artesilla se halle los $\frac{3}{8}$ de pie mas alto que el eje de la rueda del agua, resulta que, para aprovechar el agua á la altura del fondo de la artesilla, que estará sobre el nivel del agua en el pozo $10\frac{3}{8}$ pies, se necesita elevar hasta $15\frac{3}{8}$ pies. Por lo que, para recoger el agua en el fondo de la artesilla, es necesario emplear una potencia capaz de elevarla hasta el punto mas alto de la rueda del agua

que está 5 pies mas elevado que dicho fondo; y toda esta potencia se pierde. Si comparamos las cantidades 5 pies, á que es necesario elevar demas el agua, con la $10\frac{3}{8}$ pies$=10{,}375$ pies, que es la altura á que se aprovecha, resulta que la primera cantidad es 0,48 de la segunda; luego en este caso, haciendo uso de dicha noria para elevar el agua, se necesita emplear 0,48 de fuerza mas que para elevarla hasta el punto en que se aprovecha; que es cerca de la mitad de dicha fuerza necesaria; esto es, ademas de todas las otras pérdidas inherentes á toda máquina, procedentes de rozamientos, rigidez en las cuerdas, choques &c. &c.; y como ninguna otra máquina, inclusas las bombas ordinarias, exige una pérdida tan considerable, resulta que, *cuando la profundidad es poca, no hay máquina en el mundo tan desventajosa como la noria.* Por esta causa, debe considerarse, como un medio mas adecuado para elevar el agua el que se halla establecido en Carabanchel de arriba en la huerta de *Don Juan Vega*, en cuyo punto, estando el agua como unos 15 á 20 pies de profundidad, se eleva por medio de dos bombas que se mueven en virtud de una cigüeña de dos codos, por una borriquilla, y que podría moverse por un carnero y aun por una cabra ó perro. Y todavía resultarían mas ventajas si se hiciese uso de una cigüeña de tres codos y se empleasen tres bombas; pues en este caso, sin necesidad de contrapeso alguno, se conseguiría un efecto mayor con mas regularidad en los movimientos.

180 Para demostrar lo 2.°, supongamos que esta misma noria se emplease para elevar el agua de una profundidad de 200 pies, medida desde el nivel del agua en el pozo hasta el centro de la rueda del agua; y tendrémos que suponiendo el fondo de la artesilla los mismos $\frac{3}{8}$ de pie mas alto que el centro del eje de dicha rueda, podrémos aprovechar el agua á una altura de $200\frac{3}{8}$ pies. Mas, para tenerla á esta altura, es necesario emplear una fuerza capaz de elevarla hasta el punto mas alto de la rueda del agua, que se halla 5 pies sobre el fondo de la artesilla; mas comparando esta altura de 5 pies, que es lo que hay que elevar de mas el agua respecto del parage en que se aprovecha, con la de $200\frac{3}{8}$ pies, que es la altura en que se utiliza el agua, se tiene que la primera cantidad no llega á ser $\frac{1}{40}$ de la segunda; luego en este caso, la fuerza que se necesita emplear para elevar el agua á estos 5 pies de esceso, *no llega á equivaler á una cuadragésima parte de la que se necesita emplear para elevarla hasta el punto en que se hace uso del agua*: pérdida, que es mas de diez y nueve veces menor que la del caso anterior.

Si supusiéramos que la profundidad del pozo era 1000 pies, en este caso el fondo de la artesilla estaría $1000\frac{3}{8}$ pies, sobre el nivel del agua en el pozo, y los 5 pies que había que elevar mas el agua para que llegase al punto mas alto de la rueda, no equivalen á $\frac{1}{200}$ de la altura en que se aprovecha el agua, que es *noventa y seis* veces menor que en el primer caso de ser la profundidad del pozo solo de 10 pies. Por consiguiente, la fuerza que en este caso se perdía, comparada con la real y efectiva que se necesitaba para elevar el agua hasta el punto en que se aprovecha, no equivale á *un doscientos avo de la que se necesita emplear.*

Por otra parte, en la noria, con aumentar la profundidad del pozo, no se aumentan los rozamientos, ni ningun otro inconveniente que produzca mas pérdida de fuerza, que la que puede provenir de la mayor presion que puede originar el esceso de cuerda ó maroma que se empléa; lo cual es de bien corta consideracion, comparado con los inconvenientes que produciría el aumento de altura en las demas máquinas; y si queremos tener una prueba de ello, bastará observar que el rozamiento en las bombas ordinarias á la altura de 10 pies, segun la fórmula que hemos puesto, nota del (§ 131 Lib. 5.º), estará con el rozamiento á la altura de 200 pies en la razon de $51r$ á $1020r$, esto es, en la razon de 1 á 20; es decir, que será 20 veces mayor en el segundo caso que en el primero; y á la altura de 1000 pies, en la de $51r$ á $5100r$, ó de 1 á 100, es decir, que será 100 veces mayor. Queda pues demostrado, del modo mas positivo, que *la noria es tanto mas ventajosa y útil, cuanta mayor es la profundidad á que se halla el nivel del agua en el pozo*; y que *cuando la profundidad es de corta consideracion, es preferible cualquiera otra máquina*, ya sean las que darémos á conocer en los dos capítulos que siguen, ya de otras, como las bombas ordinarias &c.

181 El deséo de profundizar esta materia tanto como exige su importancia, me ha conducido á investigar las condiciones que se han de verificar para que en la noria se obtenga el *máximo efecto*; y á pesar de la oscuridad con que hasta ahora se ha tratado de este asunto, me lisongéo de haber llegado á obtener unos resultados que, á la verdad, han escedido á la esperanza que en un principio tuve de poder disipar las densas nubes que cubrían tanto la teoría, como la práctica y construccion de tan importante máquina. Y para no incurrir en el escollo de ocultar el camino que me ha conducido en esta importante y trascendental investigacion, y evitar las reconven-

ciones á que se hizo acreedor *Newton* por haber ocultádo el camino que le había dirigido en la invencion de sus descubrimientos, y particularmente en el desarrollo de la espresion que se denomina *binomio de Newton*, juzgo muy oportuno el indicar todo mi modo de proceder; pues, sin que se repute á vanidad, me parece que, siguiendo este rumbo en materias análogas, podrán obtenerse resultados semejantes.

182 Yo principié en este punto absolutamente á oscuras, y sin ningun rayo de luz; pues que nada existe en esta materia. La antorcha de la Mecánica me ha conducido, sin grandes dificultades, á deducir las leyes del equilibrio entre la potencia y la resistencia en la noria; porque los principios de la Mecánica son generales. Mas al querer de aquí sacar consecuencias para la práctica, me he visto perplejo y he hallado inmensas dificultades al tratar de hacer las aplicaciones. Tanto de la regla general, deducida (171), como de la (173), se infiere que *mientras mayor sea la longitud del brazo de palanca, en cuyo estremo obra la caballería, comparado con el radio de la rueda del agua, tanto mas favorecida se hallará la potencia.* De donde resulta que, *dada en longitud una palanca, y una misma cantidad de fuerza empleada por el motor, se equilibrará con mayor cantidad de agua, que se halle en los arcaduces ó cajones entre el nivel del agua en el pozo y el punto superior de la rueda del agua, cuanto menor sea el radio de dicha rueda.* En efecto, supongamos que el brazo de palanca sea de 20 pies; que el radio de la rueda del agua sea de 5 pies, y que la distancia del eje ó centro de gravedad de los arcaduces á la circunferencia esterior de la rueda del agua sea medio pie, esto es 0,5, que es lo que por regla general se puede suponer en las norias existentes como se verifica en la representada por la (fig. 28 lám. 4.ª); y tendrémos que *la distancia del centro de gravedad ó eje de los arcaduces al centro de la rueda del agua*, que se compone del radio de dicha rueda y de la distancia que hay desde dicho eje ó centro de gravedad á la circunferencia esterior de la espresada rueda, será 5 pies + 0,5 de pie = 5,5 pies. Luego la proporcion ((*e*) § 171)) se convertirá en $P : Q :: 5{,}5 : 20$.

Suponiendo que se aplique á esta noria una caballería de las que en España se caracterizan con la denominacion de *caballería mayor*, su esfuerzo, en virtud de lo que resulta del núm. 17 de la tabla 2.ª del (§ 151 Lib. 5), se podrá reputar en 89,14 libras españolas, caminando al paso regular de 3,5 pies españoles por segundo. Esto quiere decir, que *si á una caballería mayor en España, como un caballo, una yegua, etc. se le pusiera, andando al paso sin fati-*

garse, y en el anillo del balancin se fijase un cordel, pasando por una garrucha que tuviese en su estremo un peso Q de 89,14 libras españolas (fig. 49 lám. 4), *la espresada yegua ó caballo etc. caminaria* 3½ *pies españoles por segundo*, y por consiguiente haría que el peso Q se elevase 3,5 pies españoles en cada segundo. Sustituyendo 89,14 en vez de P en la proporcion anterior, se nos convertirá en 89,14: Q:: 5,5: 20; si alternamos é invertimos (§ 248 Arit. de N.) esta proporcion, tendrémos 5,5: 89,14:: 20: Q; y en virtud de lo espuesto (§ 250 Arit. de N.), resulta Q=324,146 libras. Luego el peso de toda la cantidad de agua que contengan los arcaduces, cajones ó cangilones, con que se podrá equilibrar el esfuerzo de la caballería, caminando (§ 127 L. 5.) uniformemente, será 324,146 libras españolas.

Si suponemos ahora que el radio de la rueda del agua sea solo de 2 pies, permaneciendo constantes las demas cantidades, entónces el centro de gravedad del eje de los arcaduces distará del centro de la rueda 2 pies y 0,5 de pie, que hacen 2,5 pies; y sustituyendo este valor en vez de RO en la proporcion ((*e*) § 171), 89,14 libras en vez de P, y 20 pies en vez de PC, se nos convertirá en 89,14: Q:: 2,5: 20; que alternando é invirtiendo (§ 248 Arit. de N.), se nos convierte en 2,5: 89,14:: 20: Q; y hallando el valor de Q (§ 250 Arit. de N.) resultan 713,12 libras españolas; y este es el peso de toda el agua que deberán contener los arcaduces desde la superficie del nivel del agua en el pozo hasta la parte superior de la rueda; y como esta cantidad es mas de dos veces mayor que la anterior, cuando el radio era 5 pies; no hay duda que en este caso está favorecida la potencia, pues ejerciendo el mismo esfuerzo la caballería, hay mas del doble del agua suspensa ó contenida en los arcaduces, y moviéndose hácia arriba. Mas si de aquí se quisiese deducir, que, en este caso de ser el radio de la rueda del agua de 2 pies, se elevaba mas agua, que cuando dicho radio era 5 pies, sacaríamos una consecuencia falsa.

183 En efecto, á primera vista, hallándose en movimiento mayor cantidad de agua suspensa en los arcaduces, parece natural el pensar que subirá mas agua; y yo así me lo figuré, y traté de saber y determinar la ventaja que se obtenía de este modo. Principié por el caso que mas llamaba mi atencion, á saber: el de ser el radio de la rueda del agua de 2 pies; y respecto de lo que dista el nivel del agua en el pozo, de la superficie del terreno donde se coloca el eje de la rueda del agua, me fijé en que fuese 100 pies, que viene á

ser la profundidad media á que se suele hallar en la parte mas alta de Madrid.

Ahora bien, siendo el radio de la rueda del aire igual con el de la rueda del agua, y el número de dientes el mismo, resulta que, en cada vuelta que dé la rueda del aire, dará otra la rueda del agua; y como la rueda del aire se halla fija al mismo árbol ó eje que lo está la palanca de que tira la caballería, resulta que esta da una vuelta completa, justa y exacta mientras que las ruedas del aire y del agua dan tambien exactamente una vuelta. Veamos, pues, cuánto tiempo tardarán en dar una vuelta tanto la caballería como las espresadas ruedas. El radio del círculo del andén es 20 pies, que, como verémos (212), es el que mas concilia todas las circunstancias, produciendo mejor y mayor efecto; y es el de la (fig. 28); y multiplicándole por 6,28318 (§ 505 cor. T. E.), tendrémos que *la circunferencia que andará la caballería*, *estará espresada por* 125,6636 pies; y como la caballería anda 3,5 pies por segundo, si dividimos el valor de dicha circunferencia por 3,5, nos resultará 35,904, que espresa el número de segundos que tardará en dar una vuelta completa, justa y exacta, tanto la caballería como las ruedas del aire y del agua.

Siendo el radio de la rueda del agua 2 pies, su circunferencia será (§ 505 cor. T. E.) 12,56636 pies; y como la cuerda, maroma ó cadena se aplica precisamente á la circunferencia de la rueda del agua, resulta que subirá tanta cantidad de cuerda, maroma ó cadena en un tiempo dado, cuantas circunferencias ó partes de circunferencia describa el primer punto de contacto de la circunferencia de la rueda del agua con la maroma, cuando principia el movimiento, hasta que este cesa; luego, si queremos averiguar cuantas vueltas debe dar la rueda del agua para que el punto de la maroma, que está en el nivel del agua en el pozo, pase al punto mas alto de la rueda del agua, no tendrémos mas que observar, que suponiéndose 100 pies la distancia del nivel del agua en el pozo al eje de la rueda del agua, y siendo 2 pies el radio de esta rueda, el punto mas alto de su circunferencia distará del nivel del agua en el pozo 102 pies; y para encontrar cuantas vueltas deberá dar la espresada rueda del agua, para que pase toda la longitud de maroma comprendida entre el nivel del agua en el pozo y el punto superior de la rueda del agua, no tendrémos mas que dividir estos 102 pies por el valor 12,56636 pies, que es la longitud de la circunferencia; y practicando la division, se obtiene *que será necesario que la rueda del agua*, *así*

como la del aire y la caballería, dén 8,1169 vueltas. En cada vuelta tarda 35,904 segundos; luego en las 8,1169 vueltas, se gastarán 291,429 segundos; y habiendo pasado el punto de la maroma que estaba en contacto con el nivel del agua en el pozo al punto mas alto de la rueda del agua, toda el agua que contuviesen los arcaduces que se hallaban en este intermedio habrá subido y caido en la artesilla; por consiguiente, en el espresado tiempo, se habrán elevado las 713,12 libras, que era la que estaba suspensa en los arcaduces y que se equilibraba con la fuerza motriz empleada por la caballería. Si dividimos estas 713,12 libras de agua por el número 291,429 de segundos que se empléan en elevarla, tendrémos *la cantidad de agua que se elevará en cada segundo*; y resulta ser 2,447 libras.

184 Veamos ahora lo que resulta suponiendo que la rueda del agua tenga 5 pies de radio. Su circunferencia se hallará (§ 505 cor. I. T. E.), multiplicando el número 6,28318 por 5; lo que dará 31,4159. Ahora, la distancia que media entre la superficie del agua en el pozo y el punto superior de la rueda del agua será los 100 pies, que hay desde dicho nivel al centro de dicha rueda, y ademas los 5 pies de radio que tiene esta; luego dicha distancia se hallará espresada por 105; y para averiguar el número de vueltas y partes de vuelta que tiene que dar la rueda del agua, para que el punto de la maroma, que está en el nivel del agua en el pozo, llegue al punto mas alto de la rueda, no hay mas que dividir el número 105 por el valor 31,4159 pies, que tiene su circunferencia, y resulta por cociente 3,342; lo cual nos quiere decir, que *la rueda del agua debe dar 3,342 vueltas para que suba toda el agua que hay suspensa en los arcaduces* desde el nivel del pozo hasta la parte superior de la rueda del agua. Y como en cada vuelta de dicha circunferencia se gastan 35,904 segundos, resulta que, para elevar toda la mencionada cantidad de agua, se necesitan 119,99 segundos.

Ahora bien, hemos encontrado (182) que la cantidad de agua, suspensa en este caso, es 324,146 libras; luego si dividimos esta cantidad por los 119,99 segundos, obtendrémos la cantidad de agua que se elevará en cada segundo, y es 2,7014 libras, que siendo mayor que el número 2,447 que se elevaban (183) en cada segundo, cuando el radio de la rueda del agua era solo de 2 pies, contrariaba todas las esperanzas que yo me habia formado; y en su consecuencia, me ví precisado á reflexionar acerca de todos los principios en que me había fundado para plantear mis cálculos; y habiéndo-

los encontrado exactos, me ví obligado á considerar con mas detenimiento este importante asunto; y al fin de una continuada y profunda meditacion, llegué á investigar en lo que esto consistia *, y es lo que sigue.

185 Ademas del inconveniente, que tiene la noria, de que ya hemos hablado (179) *de tener que levantar casi toda el agua hasta el punto mas alto de la rueda del agua, no aprovechándose sinó á la altura de la artesilla*; hay otro que es este: *para encontrar la ley del equilibrio entre la potencia y la resistencia, es necesario tener en consideracion la distancia que hay desde el eje ó centro de gravedad de los arcaduces á la circunferencia esterior de la rueda del agua; y mientras mayor sea esta cantidad, ménos agua se equilibrará con la potencia*; pero esta distancia no sirve para aumentar, al subir, la cantidad de maroma arrollada á la circunferencia de la rueda del agua. Por lo cual, interesa mucho *el reducir dicha distancia todo lo posible*. Nula no puede ser; porque entónces, no habiendo ninguna distancia del centro del arcaduz á la mencionada circunferencia, no habría arcaduz, ó este se reduciría á cero y no subiría ninguna cantidad de agua. Luego, para que suba el agua, es necesario que medie alguna distancia entre el centro de gravedad del arcaduz y la circunferencia esterior de la rueda del agua; y esta distancia, que influye para disminuir la cantidad de agua que ha de estar suspensa en los arcaduces, y que se equilibra con la potencia, no sirve en manera alguna para hacer que el agua suba en ménos tiempo.

La perdida de fuerza motriz, que esto origina, es relativamente mayor, cuando el radio de la rueda del agua es menor. En efecto, cuando el radio es 2 pies, y la distancia del espresado centro de gravedad á la circunferencia esterior es de 0,5 de pie, esta pérdida de medio pie, equivale á la *cuarta parte* del radio; y la misma pérdida de medio pie, con relacion al radio de 5 pies es la *décima parte* de este, que es mucho ménos que la mitad de la

(*) Sería sumamente importante el que el Lector, que desée ensayar sus fuerzas en el espíritu de invencion, meditase lo que antecede, sin pasar mas adelante, por dos ó tres dias, para ver si por sí mismo halla en lo que consiste; y resultará una de dos cosas, ó que lo encuentra ó que no lo encuentra. En el primer caso, debe congratularse por haber adquirido este espíritu de invencion. Y yo me congratularé tambien por haberle puesto en el camino. En el segundo caso, no se debe desanimar; pues lo que haya meditado, le servirá para comprender mejor lo que voy á manifestar; y comparando el rumbo que siguió en sus meditaciones particulares, con el que voy á trazar, adquirirá mayor destreza para encontrar felices resultados en otras investigaciones.

pérdida anterior. De aquí resulta que, fijada la espresada distancia del centro de gravedad de los arcaduces á la circunferencia esterior de la rueda, será tanto ménos sensible la diminucion que resulte en el producto, cuanto mayor sea el radio de la rueda del agua; pero la diminucion del efecto de la máquina, por causa de tenerse que elevar el agua á mayor altura que la del fondo de la artesilla, se aumenta cuando crece el radio de la rueda del agua; luego *de los dos inconvenientes, inherentes á la noria, que cooperan á disminuir su efecto ó su producto, el uno se hace mas sensible cuando crece el radio de la rueda del agua, y el otro cuando disminuye dicho radio*; de lo cual resulta que *habrá un valor del radio en que equilibrándose y compensándose entre sí estos inconvenientes, resulte el mayor ó máximo efecto de la máquina.*

186 Esto ya no presentaba duda; mas lo que sí me las ofrecía, y de mucha consideracion, era el modo de hallar el valor del radio que es capaz de producir el *máximo efecto*; pero convencido íntimamente de que no podía ménos de existir, verifiqué el cálculo para el caso de los mismos supuestos de ser 100 pies la distancia del nivel del agua en el pozo hasta el centro de la rueda del agua, y 0,5 de pie la distancia del centro de gravedad ó eje de los arcaduces á la circunferencia esterior de la rueda del agua, pero variando la magnitud del radio, á fin de ensayar cuál valor se aproximaba mas al *máximo*. Suponiendo el radio de la rueda del agua 3 pies, la profundidad del pozo 100 pies, y 0,5 la distancia del centro de gravedad ó eje de los arcaduces á la circunferencia esterior de la rueda del agua, tendré que su circunferencia será (§ 505 cor. I. T. E) de 18,84954. La distancia del nivel del agua en el pozo hasta el punto mas alto de la rueda del agua, será en este caso 103 pies; á saber, los 100 que el centro de dicha rueda está mas alto que el nivel del agua en el pozo, y los otros 3 por ser el radio de la rueda del agua. Si dividimos 103 por la circunferencia 18,84954 obtendremos 5,464 que espresa el número de vueltas que ha de dar la rueda del agua para que el punto de la maroma, que se halla en contacto con el nivel del agua en el pozo, suba hasta el punto mas alto de dicha rueda; y por consiguiente que haya subido sobre la artesilla toda la cantidad de agua que se equilibra con la potencia; y como en cada vuelta se gastan 35,904 segundos, pues suponemos el mismo brazo de palanca, resulta que *en subir dicha cantidad de agua* se gastará un número de segundos espresados por el producto de 5,464 por 35,904 que es 196,179 segundos.

Para encontrar la cantidad de agua que en este caso se equilibra con la potencia, y que por consiguiente sube en dicho tiempo, no tenemos mas que sustituir en la proporcion ((*e*) § 171) 89,14 libras en vez de P; 3,5 en vez de RO, porque la distancia del centro de gravedad ó eje de los arcaduces al centro de la rueda del agua se compone ahora del radio 3 de esta, y de las 0,5 de pie, que dista el centro de gravedad ó eje de los arcaduces, de la circunferencia esterior de la rueda del agua, y 20 pies en vez de PC; lo que nos dará 89,14 : Q :: 3,5 : 20; que alternando é invirtiendo, y hallando el valor de Q (§§ 248 y 250 Arit. de N.), resulta 509,371 libras.

Si dividimos este número por 196,179 segundos, que tarda en subir esta cantidad de agua, obtendrémos 2,596 para la cantidad de agua que se elevará en cada segundo. Esta es mayor que la elevada cuando el radio era 2, y menor que la elevada cuando el radio era 5; luego debemos inferir, que *el radio de la rueda del agua que produzca el máximo efecto ha de ser mayor que* 2.

187 Supuse despues que dicho radio fuese 4 pies; y verificado el cálculo, del mismo modo que en el caso anterior, obtuve para la cantidad de agua elevada en un segundo 2,666 libras; cuyo valor siendo mayor que el 2,596 que daba el valor del radio igual con 3, y menor que 2,7014, que da el radio igual con 5, y aproximándose mas á este que al otro, inferimos que el *radio correspondiente al máximo efecto* ha de ser mayor que 4 pies.

188 Supuse despues que el radio de la rueda del agua fuese de 6 pies; y practicando el cálculo, análogamente al verificado en el caso de ser 3 pies el radio, obtuve 2,717 libras para la cantidad de agua que se elevaba en un segundo; valor que, siendo mayor que el dado por el radio 4 y por el radio 5, indica que el valor *máximo* debe corresponder á un radio mayor que 5 pies.

189 En seguida, supuse el radio igual con 7 pies; y obtuve, practicando el mismo cálculo que en los casos anteriores, que la cantidad de agua elevada en un segundo, era 2,721 libras. Este valor es mayor que los suministrados por los radios 5 y 6; por lo que se debe inferir que el radio correspondiente al *máximo* efecto debía ser mayor que 6 pies.

190 Supuse despues que el radio fuese 8 pies; y practicando el cálculo correspondiente, hallé 2,718 libras para la cantidad de agua que se elevaba en un segundo. Como este valor es ya menor que el 2,721 que da el radio 7, se debe inferir que el valor del radio correspondiente al *máximo* producto, se ha de hallar precisa é indispen-

sablemente entre el radio igual con 6 y el radio igual con 8. Y para convencerme mas positivamente, supuse que el valor del radio fuese igual con 9 pies, y obtuve 2,711 libras para la cantidad de agua elevada en un segundo; valor menor que el correspondiente al radio igual con 8; y para confirmarme aun mas, supuse el radio igual con 10 pies, y obtuve 2,7007 libras para la cantidad de agua elevada por segundo; valor que es todavía menor que el suministrado por el radio igual con 8, y todos los valores que obtendríamos suponiendo radios mayores, nos suministrarían una cantidad menor de agua elevada en un segundo; lo cual nos confirma en que *el valor del radio de la rueda del agua que suministra el máximo efecto, debe hallarse necesariamente entre el radio igual con 6 y el radio igual con* 8, no separándose mucho del radio igual con 7, que es el que hasta ahora da el mayor valor.

191 Observando que el valor, que da el radio 7, escede al que da el radio 6 en 0,004, y al que da el radio 8 en 0,003, debemos inferir que el *máximo* debe acercarse mas al valor que da el radio 8, que al que da el radio 6; por consiguiente se hallará entre 7 y 8.

192 Para encontrar límites mas aproximados, supuse que el radio fuese 7,1 pies; y obtuve para la cantidad de agua elevada en un segundo 2,721397 libras; valor mayor que los valores que dan los radios 7 y 8; pero como se acerca mas al valor que daba el radio 7 que al dado por el 8, y ántes sabíamos tambien que no debía distar mucho del valor que da el 7, podrá suceder que el *máximo* se halle entre el valor que da el radio igual con 7 y el que da el radio igual con 7,1. Por lo cual, examiné la cantidad de agua que se elevaba en un segundo cuando el radio era 7,05 pies; y hallé ser 2,721387; valor que siendo menor que el dado por el radio 7,1 indica que el valor del radio que da el *máximo* efecto, ha de ser mayor que 7,05 y menor que 8.

193 Supuse despues que fuese 7,15; y hallé que la cantidad de agua elevada en un segundo es 2,721048, que siendo menor que el 2,721397 que da el valor 7,1 del radio; y distando mas del valor que da este, que lo que dista el dado por el radio 7,05 se debe inferir que el valor del radio, que da el *máximo*, se halla precisamente entre 7,05 y 7,15, y que debe acercarse mas á 7,05 que á 7,15.

194 Supuse, pues, que el radio fuese 7,09; y obtuve para el valor de la cantidad de agua que se elevaba en un segundo 2,721415 libras. Este es un poquito mayor que el dado por el radio 7,1; por

consiguiente, el valor del radio, que da el *máximo*, debe hallarse entre el radio 7,05 y 7,09; luego no arriesgarémos mucho en suponer que se verifica cuando el radio es 7,07; pues solo se podrá diferenciar del verdadero á lo mas en una milésima parte de pie, que no llega á un sesto de linea; lo cual no es de consideracion en una rueda cuyo radio es mayor que 7 pies; y en efecto, haciendo el cálculo suponiendo el radio de la rueda del agua 7,07 pies, se obtiene para la cantidad de agua elevada en un segundo 2,721417 libras, que es el valor mayor de todos los que hemos obtenido en los diferentes supuestos.

195 Resulta, pues, en virtud de estas investigaciones, ensayos y cálculos, que el valor del radio que produce el *máximo* efecto debe ser 7,07 pies sobre poco mas ó ménos; falta ahora investigar si este *máximo* es el mismo para todas las profundidades del agua en el pozo, y para todas las distancias del centro de gravedad ó eje de los arcaduces á la circunferencia esterior de la rueda del agua.

Ya hemos dicho (185), que esta distancia debe ser todo lo ménos posible; y en virtud de la nueva construccion y colocacion que propondrémos (214), se podrá fijar que dicha distancia sea $\frac{1}{4}$ de pie ó 0,25 de pie. Por lo cual me dirigí á investigar si con la misma profundidad de 100 pies desde el nivel del agua en el pozo al centro de la rueda del agua, y con esta distancia del eje de los arcaduces á la circunferencia esterior de la rueda del agua, daba el efecto *máximo* el mismo valor 7,07 para el radio de esta; y principié suponiendo al radio un valor de 2 pies; lo que daba para su circunferencia 12,56636 Como suponemos la misma profundidad de agua, esto es 100 pies, añadiendo el valor del radio 2, tendré 102 para la altura del punto mas alto de la rueda sobre el nivel del agua en el pozo; y por el cálculo hecho (§ 183), resulta que se necesitan 8,1169 vueltas para que suba toda la cantidad de agua suspensa en los arcaduces; y como en cada vuelta se tardan 35,904 segundos, se necesitarán para la elevacion de la espresada agua 291,429 segundos.

Para calcular en este caso toda la cantidad de agua elevada en dicho tiempo, que es la contenida en los arcaduces, deberémos tener presente, que suponiendo que la distancia del centro de gravedad ó eje de los arcaduces á la circunferencia esterior de la rueda es solo 0,25 de pie, siendo el radio de esta 2 pies, resulta que el valor que debemos suponer á la RO en la proporcion ((*e*) § 171), será 2,25 permaneciendo los mismos los valores de $P = 89,14$ libras, y de $PC = 20$ pies. Por lo que, haciendo estas sustituciones,

la espresada ecuacion (*e*) se nos convertirá en 89,14 : Q : : 2,25 : 20; que alternando é invirtiendo, y hallando luego el valor de Q (§§ 248 y 250 Arit. de N.), resulta Q=292,356 libras; y dividiendo esta cantidad por el número 291,429 de segundos, que se empléan en subirla, tenemos 2,719 libras elevadas en cada segundo. Este valor es mayor que el obtenido (183) para la misma altura y radio, cuando la distancia del centro de gravedad ó eje de los arcaduces á la circunferencia esterior de la rueda era de 0,5 de pie; lo cual comprueba desde este mismo instante, lo que hemos asegurado (185), á saber: que *el disminuir esta distancia*, *quedando igual todo lo demas*, *debe proporcionar mayor efecto*.

Supuse, despues, al radio un valor de 3 pies, y obtuve, practicando el correspondiente cálculo, análogo al del caso anterior, que el agua elevada en un segundo era 2,796 libras; valor mayor que el suministrado por el radio igual con 2; lo que prueba que el verdadero valor del radio, que ha de dar el *máximo* efecto, ha de ser mayor que 2.

196 Supuse, despues, que fuese 4, y obtuve para la cantidad de agua elevada en un segundo 2,823 libras; valor mayor que el suministrado por el radio igual con 3; lo que me indica, del modo mas positivo, que el radio que ha de dar el valor *máximo*, ha de ser indispensablemente mayor que 3.

197 Supuse en seguida, que fuese 5; y obtuve para la cantidad de agua elevada en un segundo 2,830; valor que, siendo mayor que el suministrado por el radio 4, indica que el que ha de producir el *máximo* efecto ha de ser indispensablemente mayor que 4 pies.

198 Supuse luego que fuese 6 pies, y obtuve 2,825; valor que siendo menor que el 2,830 que dió el radio 5, manifestaba que el valor del radio, que ha de dar el *máximo* producto, ha de ser menor que 6; sabía ya que había de ser mayor que 4, luego debe hallarse entre 4 y 6. Y observando que el 2,823 dista mas del valor 2,830, que lo que dista el 2,825, parece que esto indica que el 2,825 se ha de hallar mas cerca del *máximo*, que el 2,823; por lo que, para encontrar un límite mas aproximado, supuse que el valor del radio fuese 5,5 pies, y obtuve 2,828; valor que siendo mayor que el 2,825, que dió el radio igual con 6, y menor que el 2,830 que dió el radio 5, manifiesta que el radio, que ha de dar el *máximo*, se halla entre 4 y 5,5. Por lo que le supuse el valor 4,5 pies; lo que dió para la cantidad de agua elevada en un segundo 2,828; y siendo este igual con el que produjo el radio igual

con 5,5, y siendo ambos menores que el 2,830 que dió el del radio 5, indica que el valor del radio, que da el *máximo*, debe distar igualmente del 4,5 y del 5,5. Luego será el valor 5. Por lo cual inferimos que *en el caso de ser la profundidad del agua en el pozo 100 pies, y de distar* 0,25 *de pie el centro de gravedad ó eje de los arcaduces ó cajones, de la circunferencia esterior de la rueda del agua, el valor del radio que da el máximo efecto es* 5 *pies.*

199 Este valor es 2,830 libras en un segundo. El valor *máximo* que hallamos para la cantidad de agua elevada en un segundo, estaba espresado, cuando la distancia del centro de gravedad ó eje de los arcaduces á la circunferencia de la rueda era 0,5 por 2,721417 libras. De donde resulta que el 2,830 escede al 2,72395 en 0,108583 que, comparado con la cantidad 2,721417 que da el valor del radio correspondiente á la distancia 0,5 del eje de los arcaduces á la circunferencia esterior de la rueda del agua, á igualdad de las demas circunstancias, resulta ser cerca de $\frac{1}{25}$; lo que equivale próximamente á *un cuatro por ciento*; y quiere decir, que sin mas diferencia que reducir á $\frac{1}{4}$ de pie ó 0,25 de pie la distancia del centro de gravedad ó eje de los arcaduces á la circunferencia esterior de la rueda del agua, *obtendrá el Labrador un cuatro por ciento mas de agua, y por consiguiente un cuatro por ciento mas de producto con ménos gastos*; porque en este caso resulta ser de 5 pies el radio de la rueda del agua, en vez de ser 7,07; todas las partes de la noria cuestan ménos, principalmente la construccion de las ruedas del aire y del agua que serán menores, y la abertura del pozo, que siendo menor cuando el radio es solamente de 5 pies, que cuando es de 7,07 costará una cuarta parte ménos por la parte mas corta, y pesando ménos las ruedas causarán menores rozamientos. Luego nos encontramos en un caso ya en que, por nuestras investigaciones, *el Labrador con una cuarta parte ménos de coste de primera plantificacion, obtíene un cuatro por ciento mas de producto.* Esto no es indiferente; pues si á nuestros Labradores se les hiciese percibir desde luego un cuatro por ciento mas de lo que ganan, y ahorrándose la cuarta parte del capital que empléan, yo creo que, cualesquiera que sean sus prácticas &c., no podrán ménos de reconocer esto como un singular beneficio. Luego queda demostrado que *el resultado de nuestras investigaciones en esta parte, no está reducido á meras abstracciones*; *sinó que produce un bien real y efectivo á la clase tan apreciable de Labradores*: lo cual me ha estimulado aun

mas poderosamente para continuar mis investigaciones.

200 Lo primero, que me ocurrió, fué el examinar si este radio, que hemos visto dar el *máximo* efecto, cuando la profundidad del nivel del agua en el pozo era de 100 pies, sería el mismo para otra profundidad cualquiera; ó si debía variar dicho radio con la espresada profundidad. Por lo cual, pasé á considerar lo que se verificaba cuando la profundidad del agua en el pozo fuese de 50 pies; esto es, que el nivel de la superficie del agua en el pozo diste del centro de la rueda del agua 50 pies solamente; y que la distancia del centro de gravedad ó eje de los arcaduces á la circunferencia esterior de la rueda del agua fuese la de $\frac{1}{4}$ ó 0,25 de pie, que es lo que conceptúo mas arreglado.

En la duda, en que me hallaba, de si era ó no el mismo radio, para ahorrar tiempo, en el caso de no variar ó variar poco, principié suponiendo que el radio de la rueda del agua fuese de 5 pies, por lo que obtuve (§ 505 cor. I T. E.) para su circunferencia 31,4159 pies. En este caso, el nivel del agua en el pozo distará del punto mas alto de la rueda 55 pies, esto es 50, que dista del centro de dicha rueda, y 5 que está superior al centro el punto mas alto de su circunferencia. Por consiguiente, para encontrar el número de vueltas, que se necesitarán para que el punto de la maroma, que se halla en contacto con el nivel del agua en el pozo, pase al punto mas alto de la circunferencia de la rueda del agua, tendrémos que dividir 55 pies por 31,4159; lo que da por cociente 1,7507; y este será el número de vueltas que deberán dar las ruedas del agua y del aire y tambien la caballería, para que caiga en la artesilla toda el agua que se equilibra con la potencia empleada; y como en cada vuelta se gastan 35,904 segundos, resulta que se necesitarán 62,8571328 segundos para que se derrame dicha cantidad de agua.

Ahora, la cantidad de agua, que se equilibra con la fuerza de la caballería, es independiente de la altura del pozo, esto es, ya se halle este muy profundo, ya esté el agua muy somera; y si queremos que no se pierda potencia, será necesario que esté suspensa en el aire, dentro de los arcaduces, la misma cantidad de agua. Para encontrarla, sustituirémos en la proporcion ((*e*) § 171) 89,14 libras en vez de P; 5,25 en vez de RO, y 20 en vez de PC; con lo cual se nos convertirá en $89,14 : Q :: 5,25 : 20$; la cual alternada é invertida, y hallando el valor de Q (§§ 248 y 250 Arit. de N.), da $Q=339,5809$ libras, que es el peso de la cantidad de

agua que en este caso se elevará; y dividiendo esta cantidad por el número 62,8571 segundos, que tarda en subir, resulta para la cantidad de agua que sube en un segundo 5,40243 libras.

201 Nada se sabe todavía de positivo acerca de si es variable el radio de la rueda, ni si crecerá ó menguará con la profundidad: pero hay mas indicios de que deba disminuir con dicha profundidad; y así, en vez de examinar el resultado, que daba el valor 6, que es mayor que el 5, examiné el que daba el valor 4 del radio de la rueda del agua: y efectuando el mismo cálculo que en el caso anterior, obtuve para el valor de la cantidad de agua elevada en un segundo, el número de libras 5,4367; que, siendo mayor que el hallado para el radio 5, indica que el valor de dicho radio correspondiente al *máximo* efecto, debe ser menor que 5, segun me presumí.

Supuse, despues, que el radio fuese igual con 3 pies; y efectuando el correspondiente cálculo, hallé 5,4333 libras para la cantidad de agua elevada en un segundo; valor que siendo menor que el dado por el radio 4, infiero que el valor del radio, que da el *máximo* efecto, se ha de hallar precisa é indispensablemente entre el radio igual con 3 y el radio igual con 5.

Por esta razon, examiné lo que resultaba de suponerle 3,5; y encontré que se elevaban por segundo 5,442 libras; valor que siendo mayor que los suministrados por el radio 3 y por el radio 4, indica que el valor del radio, que dé el *máximo* efecto, debe hallarse entre 3 y 4 pies. Aquí observo tambien, que el valor, que da el radio 3,5 se acerca mas al que da el radio 4, que el que da el radio 3; por lo que hay alguna mayor probabilidad en que el valor del radio, que produce el *máximo* efecto, se halle mas bien entre 3,5 y 4, que entre 3 y 3,5; por lo que le supuse 3,6 pies, y obtuve 5,442 libras; y siendo este valor igual al que dió el radio 3,5, infiero que el radio, que ha de producir el *máximo* efecto, se ha de hallar entre 3,5 y 3,6; y sobre poco mas ó ménos á igual distancia; por lo que no cometerémos un grande error en suponerle igual con 3,55. Y esta es una aproximacion muy suficiente, pues solo se podrá diferenciar en las centésimas, lo que no es de consideracion, pero si nos interesase mayor exactitud, podríamos continuar hasta encontrar límites mas aproximados. Por ahora, no lo necesitamos, pues siendo nuestro objeto determinar si el radio de la rueda del agua era constante para todas las profundidades, ó si variaba con la profundidad del agua en el pozo, hemos hallado que *varía con esta profundidad*, y que *mengua con ella*.

202 Pasé despues á considerar el caso de ser 20 pies la profundidad del agua en el pozo, esto es, que el nivel en el pozo estuviese 20 pies mas bajo que el centro de la rueda del agua, conservando la misma distancia 0,25 ó $\frac{1}{4}$ de pie entre el centro de gravedad ó eje de los arcaduces y la circunferencia esterior de la rueda del agua; y principié suponiendo que el radio fuese de 3 pies; lo que me dió 12,523 libras para el agua elevada en un segundo, en los mismos supuestos anteriores de conservar el mismo brazo de palanca, la misma caballería, &c.

Supuse, despues, el radio igual con 2 pies, y hallé que la cantidad de agua elevada en un segundo era 12,6057; mayor que la suministrada por el radio igual con 3. Supuse luego el radio igual con 2,5 pies y hallé para la cantidad de agua elevada en un segundo 12,6056 libras, que tiene una diezmilésima ménos que el valor anterior; lo cual nos indica que el *máximo* debe hallarse entre el valor que corresponde á 2, y á 2,5.

Supuse que fuese 2,3 pies; y hallé para la cantidad de agua elevada en un segundo 12,6189 libras; valor que siendo mayor que todos los anteriores, da á conocer que el radio que ha de dar el *máximo* efecto, no debe distar mucho del 2,3. Supuse que fuese 2,1; y hallé para el agua, que se elevaba en un segundo 12,6147, cuyo valor siendo menor que el dado por el radio 2,3 y mayor que el dado por el 2,5, se debe inferir que el que ha de dar el *máximo*, se ha de hallar entre 2,1 y 2,3; le supuse 2,2 y hallé para la cantidad de agua elevada en un segundo 12,6196, que es en efecto mayor que todos.

203 Me propuse, despues, examinar lo que sucedía cuando la profundidad del pozo fuese de 70 pies, que es un caso muy general de la profundidad á que se hallan las aguas, y se verifica en la parte baja de Madrid, como las Delicias, &c.; siendo el mismo el valor de 0,25 ó $\frac{1}{4}$ de pie, para la distancia del centro de gravedad ó eje de los arcaduces á la circunferencia esterior de la rueda del agua.

Principié suponiendo el radio igual con 4 pies, y hallé para la cantidad de agua elevada en un segundo 3,9680 libras. Supuse despues el radio igual con 5, y hallé 3,962 libras; que siendo menor que el valor suministrado por el radio 4; indica que el valor, que da el *máximo* efecto, ha de ser menor que 5 pies. Le supuse de 4,5; y obtuve 3,9672 libras para la cantidad de agua elevada en un segundo; valor menor que el dado por el radio 4; por lo que el radio que ha de producir el *máximo* efecto, se halla entre 4 y 4,5. Supu-

se que fuese 4,4 y obtuve 3,9682 libras; valor que, siendo un poco mayor que el que dió el radio 4, manifiesta que el valor, que ha de dar el *máximo*, se halla entre 4 y 4,4, sobre poco mas ó ménos equidistando igualmente de ellos; por lo que no se diferenciará mucho del 4,2. Supuse en efecto que fuese 4,2, y hallé para el agua elevada en un segundo 3,9683 libras; valor que siendo el mayor de todos, manifiesta que el radio que ha de dar el *máximo* efecto, ha de ser el 4,2 ó uno que se le aproxime.

204 Traté, despues, de averiguar si la ley de los incrementos del radio de la rueda del agua era muy rápida, creciendo considerablemente la altura; para lo cual, supuse que la profundidad del agua ó lo que dista el nivel del pozo de la superficie del terreno donde se coloca la rueda del agua fuese de 200 pies, caso ya raro en general; conservando el mismo valor 0,25 de pie, para la distancia del centro de gravedad ó eje de los arcaduces ó cajones á la circunferencia esterior de la rueda del agua. Principié suponiendo el radio igual con 8; y obtuve 1,4552 libras para la cantidad de agua elevada en un segundo. Supuse despues el radio 9 y obtuve 1,2070 para la cantidad de agua elevada en un segundo; por lo cual inferí que el radio que había de dar el *máximo* debía ser menor que 9 pies. Le supuse 7; y hallé 1,4552 libras; valor que siendo igual con el dado por el radio 8, indica que el que ha de dar el *máximo* efecto se ha de hallar entre 7 y 8.

Supuse que fuese 7,5, y hallé que la cantidad de agua elevada en un segundo era 1,45506 libras; que siendo menor que el dado por el radio 7, manifiesta que el radio que ha de producir el *máximo* efecto, debe hallarse entre 7 y 7,5. Supuse que fuese 7,2 y hallé 1,4552 libras; valor, que siendo igual con el dado por el radio 7, indica que el que ha de dar el *máximo*, se hallará entre 7 y 7,2. Supuse que fuese 7,1 y hallé 1,45523 libras; que siendo el mayor de todos, indica que si el 7,1 no es el que da el valor *máximo*, discrepará bien poco de él, siendo inútil intentar mayor aproximacion, por cuanto los valores que se obtienen solo se diferencian en el quinto guarismo decimal.

205 Me propuse, despues, como límite de toda profundidad ó altura á que se puede elevar el agua sin otros inconvenientes por el sistema de norias, la profundidad ó altura de 1000 pies, suponiendo siempre la distancia del eje de los arcaduces ó cajones á la circunferencia esterior de la rueda del agua 0,25 de pie ó $\frac{1}{4}$. Principié suponiendo el radio igual con 10, y obtuve 0,301 para la can-

tidad de agua elevada en un segundo. Supuse despues el radio igual con 11, y obtuve 0,3017 libras para dicha cantidad de agua. Supuse el radio igual con 12 y obtuve 0,3019 libras; valor tambien creciente. Supuse el radio 13 y hallé 0,30217. Supuse el radio 14 y hallé 0,30229. Supuse el radio 15 y obtuve 0,30234. Supuse que fuese 16 y hallé 0,30235. Supuse que fuese 17 y hallé 0,30232, que siendo menor, que el anterior, indica que el radio, que ha de dar el *máximo*, ha de ser menor que 17. Supuse que fuese 15,5 y hallé 0,30218; valor que siendo menor que el que da el radio 16, indica que el valor que da el *máximo*, debe hallarse entre el 15 y 16 acercándose mas á este último, como en efecto se verifica, pues que, suponiendo que el radio sea de 15,8, se halla 0,30238 que es el mayor valor de todos.

206 Lisongeado ya, con haber obtenido estos resultados, que son de mucha consideracion, pues indican que los límites, entre que se ha de hallar el valor del radio que en cada caso particular ha de producir el *máximo* efecto, son 2 y 16 pies, traté de generalizarlos, hallando una fórmula que espresase en todos los casos la cantidad de agua que se elevaba en un segundo; y en efecto la encontré con mucha satisfaccion mia; despues le apliqué el método de *máximos y mínimos* para determinar en todos los casos que puedan ocurrir el valor que debe tener el radio de la rueda del agua para dar el *máximo producto*; y hallé la sencillísima regla para la práctica, de que *el espresado radio debe ser medio proporcional geométrico entre la profundidad del agua ó lo que dista el nivel de esta, del centro de la rueda del agua, y la distancia del eje de los arcaduces ó cajones á la circunferencia esterior de la misma rueda; ó es igual á la raiz cuadrada del producto de la espresada profundidad por la distancia del eje de los arcaduces ó cajones á la circunferencia esterior de la rueda del agua*; y al ver que, por esta sencillísima regla, encontré en ménos de diez minutos todos los resultados obtenidos desde el (§ 186) hasta aquí, el martes 21 de agosto de 1832 á las diez y media de la noche, acaso hubiera producido en mí alguna enagenacion de gozo, como sucedió á Arquímedes *, si mi alma no se hubiese hallado penetrada de dolor por otras circunstancias que me rodeaban.

207 Para ser consiguiente á mi propósito de no presentar en el

* Se cuenta que *Hieron*, Rey de Siracusa, pariente de *Arquímedes*, el Matemático mas sobresaliente de toda la antigüedad, entregó á un platero una cierta cantidad de oro para que le hiciese una corona. La hizo efecti-

testo reglas que no se puedan poner en ejecucion por los que solo sepan mi *Aritmética de Niños*, pondré aquí los resultados generales de mis investigaciones, con el modo de hacer aplicacion de ellos, y por medio de notas insertaré los cálculos que he necesitado practicar para llegar á ellos. Ademas, como el efecto producido en un segundo, no se hace bastante sensible á todos, he fijado mi cálculo en una hora; pues esto presenta ya un espacio de tiempo de que todos tienen idéa, y el efecto producido en este caso ya tiene una magnitud sensible y palpable, fácil de percibir y de comparar por la generalidad de los lectores, á quienes especialmente dirigimos nuestras investigaciones.

208 Suponiendo, pues, que en las norias que se denominan *movidas por debajo*, que son todas las que llevamos manifestadas, escepto la de las (figs. 42 y 43 lám. 4), el radio de la rueda del aire sea igual con el de la rueda del agua, ó mas general y exactamente, que la distancia del punto de contacto de los dientes de la rueda del aire ó de los husillos de la linterna en la de carro á sus ejes respectivos, sea igual con la distancia del punto de contacto de los dientes de la rueda del agua á su respectivo eje; y espresando en general por r el radio de la rueda del agua; por a la altura, profundidad ó distancia de la superficie del nivel del agua en el pozo al eje ó centro de la rueda del agua; por l la longitud del brazo de palanca; por P el esfuerzo de la potencia ó motor, por d la distancia del eje ó centro de gravedad de los arcaduces, cajones ó cangilones á la circunferencia de la rueda del agua, se tendrá que el número de pies cúbicos de agua que se elevarán en una hora, y caerán en la

vamente: y recelando *Hieron* que el platero le había engañado, encargó á Arquímedes que la examinase. Los conocimientos de aquel tiempo no bastaban para resolver esta cuestion; y *Arquímedes*, al bañarse un dia, observó que, á medida que él entraba en el baño salía el agua; y le ocurrió que, *pesando la corona en el agua, así como cantidades iguales de plata y oro*, y viendo el peso del agua que desalojaban, ó él peso que perdían respecto de cuando se pesaban en el aire, podría resolver dicha cuestion. Estas idéas se le presentaron con tal vehemencia, que salió del baño, trasportado de alegría; y olvidándose de que estaba desnudo, echó á correr por las calles de Siracusa, gritando: *ya lo he encontrado, ya lo he encontrado.*

Los principios de Hidrostática, que con este motivo se deben á *Arquímedes*, son de una trascendencia tal, que no se debe estrañar su enagenamiento; y atendiendo á que los resultados, que yo he obtenido, son tales, que pueden llevar la abundancia desde luego hasta la cabaña del mas rústico Labrador, proporcionándole mas agua para regar sus campos con menores fatigas y dispendios, no debería tampoco haberse estrañado demasiado cualquier muestra ó rasgo de enagenamiento que yo hubiese podido manifestar.

artesilla, para dirigirse á la arqueta ó estanque de reparto, se hallará espresado por esta ecuacion *.

* Para deducir esta ecuacion, observaré que, espresando r el radio de la rueda del agua, su circunferencia será (§ 505 cor. I T. E.) $6{,}28318r$. Y pues a representa lo que el nivel del agua en el pozo dista del centro de la rueda del agua, y r el radio de esta, nos resultará que la distancia del nivel del agua en el pozo hasta el punto mas alto de la rueda del agua, estará espresada por $a+r$; y llamando n el número de vueltas, que tendrá que dar la rueda del agua, y por consiguiente la del aire y la caballería, para que el punto de la cuerda, maroma ó cadena que está en contacto con el nivel del agua, pase al punto mas alto de la rueda del agua, tendrémos $n=\frac{a+r}{6{,}28318r}$.

Espresando por l la longitud del brazo de palanca, á que obra la caballería, la circunferencia que trazará esta, se hallará espresada por $6{,}28318.l$; y como en cada segundo anda la caballería 3,5 pies, si dividimos el valor de toda esta circunferencia por 3,5 pies, tendrémos que el número de segundos que tardará la caballería en andar esta circunferencia, será $\frac{6{,}28318l}{3{,}5}$ segundos; y para dar las n vueltas, que se necesitan para que suba toda la cantidad de agua que hay suspensa en los arcaduces ó cajones se emplearán

$$n.\frac{6{,}28318l}{3{,}5}=\frac{a+r}{6{,}28318r}.\frac{6{,}28318l}{3{,}5}=\frac{(a+r).l}{3{,}5.r} \text{ segundos.}$$

Este es el número de segundos, que tarda en subir la parte de cuerda ó maroma que está en contacto con la superficie del agua en el pozo hasta el cúspide ó punto culminante de la rueda del agua; por consiguiente, es el tiempo que tarda en subir toda la cantidad de agua que está en los cangilones, arcaduces ó cajones, que es la que se equilibra con la fuerza ó potencia de la caballería.

Para calcular esta potencia, debemos observar que llamando P el esfuerzo de la caballería, ó el peso de que podrá tirar, suponiéndole al estremo de una cuerda que pase por una poléa fija, como representa la (fig. 49 lám. 4.ª), y llamando d la distancia del centro de gravedad ó eje de los arcaduces, cajones ó cangilones á la circunferencia esterior de la rueda, se tendrá que el peso P' de toda el agua, se hallará por esta proporcion $r+d : l :: P : P'=\frac{lP}{r+d}$; dividiendo esta espresion por el número de segundos, que tarda en subir la parte de cuerda ó maroma interceptada entre el nivel del pozo y el punto mas alto de la rueda del agua, se tendrá la cantidad de agua que subirá en un segundo; que será *cantidad de agua elevada en un segundo* $=$

$$=\frac{\frac{lP}{r+d}}{(a+r).\frac{l}{3{,}5.r}}=\frac{3{,}5r.lP}{(r+d)(a+r)l}=3{,}5P.\frac{r}{(a+r)(d+r)} \text{ libras.}$$ Multiplicando por 3600 segundos, que tiene una hora, resultará: *cantidad de agua elevada en*

Agua elevada en una hora, espresada en pies cúbicos españoles $= 268{,}085 \dfrac{Pr}{(a+r)(d+r)}$ (*E*).

La cual nos suministra la siguiente regla práctica. *Para encontrar la cantidad de agua que se eleva en una hora, se multiplicará el esfuerzo, que ejerce la caballería, por el radio de la rueda del agua, y este producto se dividirá por el que resulte de multiplicar la profundidad del pozo, ó distancia del centro de la rueda del agua al nivel del agua en el pozo mas el radio de la espresada rueda del agua, por la distancia del centro de gravedad ó eje de los arcaduces á la circunferencia esterior de la rueda del agua mas el radio de la misma rueda; el cociente que resulte, se multiplicará por el número constante 268,085; y el producto espresará en pies cúbicos españoles la cantidad de agua que se eleva en una hora.*

Ejemplo. Supongamos que se quieren saber los pies cúbicos de agua que se elevarán en una hora, siendo el esfuerzo P de la caballería de 89,14 libras; el radio r de la rueda del agua de 5 pies; la profuudidad a ó distancia del centro de la rueda del agua al nivel del agua en el pozo de 100 pies; y la distancia d del centro de gravedad ó eje de los arcaduces ó cajones á la circunferencia esterior de dicha rueda del agua de 0,5 de pie. Multiplico 89,14 por 5 y obtengo 445,7; multiplico ahora la suma 105 de la profundidad 100 y del radio de la rueda del agua, por la 5,5 que resulta de sumar el radio de la rueda del agua con la distancia del centro de gravedad de los cajones á la circunferencia esterior de dicha rueda; y hallo 577,5; divido el número 445,7 por 577,5, y obtengo 0,77178, que multiplicado por el número constante 268,085 resulta por último 206,9; cuyo número es el que espresa los pies cúbicos españoles de agua que se elevarán en una hora.

En el (§ 184), hallamos que con los mismos datos el agua elevada en un segundo era 2,7014 libras; multiplicado este valor por

---

una hora $= 12600\, P.\dfrac{r}{(a+r)(d+r)}$ libras, y dividiendo por 47 libras, que pesa el pie cúbico de agua, resultará: *cantidad de agua elevada en una hora, espresada en pies cúbicos españoles* $= 268{,}085.\dfrac{Pr}{(a+r)(d+r)}$, que es la ecuacion (*E*) del testo.

3600 segundos, que tiene una hora, y dividido despues por 47 libras, peso de un pie cúbico español de agua, da por último 206,9 pies cúbicos; valor exactamente igual con el suministrado por la espresion anterior.

209 Apliqué á la (ec. *E*) el método de *máximos* y *mínimos* (§ 564 II T. E.); y hallé esta sencillísima regla práctica * : *para encontrar*

---

* En efecto, espresando por z el primer miembro de la (ec. *E*), se nos convierte en $z = 268{,}085\ P.\dfrac{r}{(a+r)(d+r)}$. Hallando el primer coeficiente diferencial (§ 564 II T. E.) con relacion á r, que es la única variable que consideramos, nos resulta

$$\frac{dz}{dr} = 268{,}085\ P.\frac{(a+r)(d+r) - r((a+r)(d+r))}{(a+r)^2.(d+r)^2} =$$

$$= 268{,}085\ P.\frac{ad + rd + ar + r^2 - ar - r^2 - rd - r^2}{(a+r)^2(d+r)^2} =$$

$$= 268{,}085\ P.\frac{ad - r^2}{(a+r)^2(d+r)^2}\ (F).$$

Igualando á cero el numerador, se tiene $ad - r^2 = 0$ (*G*); que trasladando, resulta $r^2 = ad$, y $r = \pm\sqrt{ad}$; el valor negativo aquí nada nos dice; por lo que tomando solo el positivo, se tiene $r = \sqrt{ad}$.

De los tres métodos de verificacion, que allí hemos dado á conocer, el mas sencillo en este caso es el segundo; pues, en efecto, si en vez de r, sustituimos un valor menor que $\sqrt{ad}$, será r^2 menor que ad, y dicho coeficiente diferencial será positivo; si por r sustituimos un valor mayor que $\sqrt{ad}$, tendrémos que r^2 será mayor que ad, y la espresada cantidad será negativa; lo cual es señal de *máximo*.

Para aplicar el segundo método de verificacion, hallarémos el segundo coeficiente diferencial, y será

$$\frac{d^2z}{dr^2} = 268{,}085\ P.\frac{(a+r)^2(d+r)^2 \times -2r - (ad - r^2)((a+r)^2.2(d+r) + (d+r)^2.2(a+r))}{(a+r)^4(d+r)^4};$$

el primer factor del segundo término del numerador de esta espresion, en virtud de la (ec. *G*) es cero; por consiguiente será cero todo el segundo término de dicho numerador; y sustituyendo $\sqrt{ad}$ en vez de r, en el primer término del espresado numerador, y suprimiendo arriba y abajo lo que resulta comun, se nos convertirá en

$$\frac{d^2z}{dr^2} = 268{,}085\ P.\frac{-2\sqrt{ad}}{(a+\sqrt{ad})^2\ (d+\sqrt{ad})^2};$$ valor que no desapareciendo y siendo negativo, da á conocer que hay *máximo* cuando $r = \sqrt{ad}$; este resultado, traducido en regla, nos suministra la que hemos dado en el testo para la práctica.

Aquí hubiéramos podido suprimir el factor constante 268,085 *P*, y

el radio que debe tener la rueda del agua, para producir el máximo efecto, dadas la profundidad del nivel del agua en el pozo, ó, lo que es lo mismo, la distancia que hay de dicho nivel al centro de la rueda del agua, y la distancia del eje de los arcaduces ó cajones á la circunferencia esterior de la rueda del agua, no hay mas que estraer la raiz cuadrada del producto de la profundidad del nivel del agua en el pozo al centro de la rueda del agua, por el valor de la distancia que hay desde el eje de los arcaduces ó cajones á la circunferencia esterior de dicha rueda.

Haciendo aplicacion de esta regla, al caso en que la profundidad del pozo es de 100 pies y 0,5 de pie la distancia del eje de los arcaduces ó cajones á la circunferencia esterior de la rueda del agua, multiplicarémos 100 por 0,5; lo que nos da 50 por producto (§ 180 Arit. de N.); la raiz cuadrada de 50 es (§ 228 Arit. de N.) 7,07 pies, que se diferencia bien poco del valor que hemos obtenido por tantéos (§ 194).

210 Haciendo aplicacion al caso de ser 100 pies la profundidad, y 0,25 de pie la distancia del eje de los arcaduces ó cajones á la circunferencia esterior de la rueda del agua, tendrémos que el producto de 100 por 0,25 es (§ 180 Arit. de N.) 25; cuya raiz cuadrada (§ 224 Arit. de N.) es 5; el mismo valor que hallamos (§ 198) por tantéos.

211 Habiendo llegado á obtener este resultado importante para las aplicaciones; mi primer pensamiento fué el formar una tabla de todas las dimensiones y cálculo de los productos de las norias; suponiendo la distancia del centro de gravedad ó eje de los arcaduces ó cajones á la circunferencia esterior de la rueda del agua, desde un dedo, que será á lo que se podrá aspirar cuando las artes del fierro lleguen al grado de perfeccion que se requiere; despues para dos; luego para tres, &c. hasta ocho dedos, que es lo que hoy se acostumbra, y variando en cada caso la altura ó profundidad del agua en el pozo; pero atendiendo á que *la esperiencia tiene acreditado, y aun consignado* en un proverbio, *el que lo mejor es el mas pode-*

---

haber solo considerado la ecuacion $z = \frac{r}{(a+r)(d+r)}$ para encontrar la condicion del *máximo* ó del *mínimo*, pues que el valor de este en las funciones depende solo de la parte variable, y no del factor constante que pueda contener la espresion; pero como preferimos la claridad, no hemos querido complicar esta investigacion con ninguna consideracion estraña.

roso enemigo de lo bueno, con el cual se quiere dar á entender, que muchas veces, *por desear llegar de una vez al último grado de perfeccion en las cosas*, *no se ponen desde luego en ejecucion mejoras*, *de cuya importancia no se pueda dudar*; me pareció que teniendo yo una seguridad casi completa de que por los medios que propondré en la seccion siguiente, se conseguirá por la parte mas corta, ya por el aumento efectivo de agua que producirán las norias que se construyan en virtud de lo que yo diga, ya por los ahorros que produzca mi construccion, *el duplicar sus ventajas actuales, disminuyendo un tercio los gastos de construccion y plantificacion*, era prudente el contentarnos ahora con que los Labradores y demas personas que emprenden proyectos industriales, dupliquen sus ventajas; y estoy seguro de que todos los propietarios y especuladores se contentarán igualmente con este aumento sin esponerse á correr ningun riesgo, ni tener que introducir ninguna cosa que exija trabajos y gastos estraordinarios; y tampoco dudo el que, despues de un corto número de años, que se hayan palpado estas ventajas, teniendo ya los propietarios, labradores &c. algun mayor desahogo, podrán dedicarse con mas esmero á este género de investigaciones tanto teórica como prácticamente; y haciendo uso de los principios generales, y adaptándolos á las localidades, y circunstancias, en que se hallen, podrán obtener aun mayores ventajas. Por otra parte, los constructores idearán por sí algunas otras mejoras; y se irá perfeccionando la construccion de las norias, á medida que las artes del fierro, y sobre todo la fundicion de este metal, se haga estensiva á este género de máquinas; pero si por presentar desde luego un modelo del mayor grado de perfeccion, tuviésemos que aguardar á que todos estos ramos de los conocimientos humanos llegasen al punto de adelantamiento que corresponde, retardaríamos las mejoras reales y efectivas que desde luego se pueden obtener; y por el contrario, poniendo en ejecucion lo que ahora se puede hacer, sin introducir novedad notable, que nos separe de nuestras prácticas actuales, conseguirémos, desde el momento, duplicar los productos, disminuyendo al mismo tiempo los desembolsos, acelerando esto mismo las demas mejoras.

SECCION QUINTA.

Exámen de las ventajas ó inconvenientes de cada una de las norías espresadas, y de sus partes, así como de las mejoras de que cada una es susceptible.

212 Tengo la mayor satisfaccion en manifestar y hacer ver el tino y acierto con que *Don Juan Mata Morales* ha conseguido llegar á determinar la longitud mas conveniente para la palanca á que se aplica la caballería: pues que dicho sugeto ha determinado por sí la misma longitud de palanca, que se ha llegado á deducir por el concurso de todos los Mecánicos, y el exámen de las mejores máquinas en actividad. Efectivamente, si se da poca longitud á la palanca, la caballería no puede moverse con desahogo, y parte de su movimiento se verifica dentro del círculo que traza, en la direccion de una línea que forma un ángulo agudo con el brazo de palanca; lo que aniquila una parte tanto mas considerable de la fuerza, cuanto mas corta es la palanca; y dicha parte perdida no contribuye absolutamente nada para el movimiento de la máquina. Si se da mucha longitud á la palanca, se favorece la potencia; pero la palanca cede mas ó ménos al efecto de la flexibilidad, y todo el espacio que ocupa el andén queda desperdiciado, á no ser que se aproveche para estanque: de manera, que universalmente se admite que *cuando el motor, que se aplica á una máquina, es una caballería mayor, el brazo de palanca debe tener de largo unos 20 pies españoles*, que es el que le da el *Sr. Mata*: y á esta distancia, la caballería obra con desembarazo, la direccion de la potencia viene á ser tangente al círculo que forma el andén, y la pérdida de fuerza motriz viene á ser insensible.

213 Sentado esto, y repitiendo mi gratitud al *Sr. Mata* por la sinceridad con que ha procedido á manifestarme todo lo que existe en la práctica sobre este particular, pasemos ahora á examinar las demas circunstancias de las otras partes de dichas máquinas, en que se notan ventajas é inconvenientes, como vamos á demostrar.

La proporcion (*d*) nos dice, en general, que *de cuatro modos podemos favorecer la potencia*, á saber: 1.° disminuyendo la distancia *RO* (fig. 48 lám. 4) del centro de la rueda del agua al eje que pasa por el centro de gravedad de los arcaduces; 2.° disminuyendo el radio *Cr* (fig. 47 lám. 4) de la rueda del aire; 3.° aumentando

el radio rO (fig. 48) de la rueda del agua; y 4.° aumentando la longitud PC (fig. 47) del brazo de la palanca.

En cuanto á lo 1.°, debemos observar que la distancia RO del centro de la rueda de agua al eje ó centro de gravedad de los arcaduces ó cajones, se compone de dos partes, á saber: de Or' (fig. 48), que es el radio de la rueda del agua, y de Rr', que es la distancia del eje ó centro de gravedad de los arcaduces ó cajones á la circunferencia esterior de la rueda del agua; y como si disminuyese el radio $r'O$, resultaría en virtud de lo 3.° desventaja en la potencia, resulta que esta quedará mas favorecida, mientras menor sea la distancia Rr' del centro de gravedad ó eje de los arcaduces ó cajones á la circunferencia esterior de la rueda del agua; luego *es sumamente importante el disminuir la distancia que hay desde el eje ó centro de gravedad de los arcaduces ó cajones á la circunferencia esterior de la rueda del agua*, como ya hemos manifestado (185 y 194).

En cuanto á lo 2.° y 3.° debemos observar, que si disminuyéramos el radio de la rueda del aire, y aumentásemos el de la del agua, sucedería que, miéntras la rueda del aire diese una vuelta, no la daría la rueda del agua, y disminuiría la velocidad de esta rueda, y por consiguiente subirían ménos arcaduces en un tiempo dado y resultaría ménos agua: el aumentar el radio de la rueda del aire y disminuir el de la del agua sería desventajoso para la potencia; pero tambien resultaría la ventaja de aumentar la velocidad de la rueda del agua. Por lo cual, cuando no hay ninguna circunstancia particular que obligue á que sean desiguales los radios de las ruedas del aire y del agua; y teniendo presente que, en virtud de lo espuesto (§§ 139 y 140 Lib. 5), conviene que las ruedas sean generalmente lo ménos desiguales que se pueda, *se debe procurar tanto para el mejor y mayor efecto de la noria, como para la sencillez, que los radios de las ruedas del aire y del agua sean iguales.* Sin embargo, en algunas ocasiones, para que no se desperdicie fuerza motriz, es conveniente que sean desiguales dichas ruedas; si se hace mayor la rueda del agua, disminuye la velocidad con que suben los arcaduces; pero si entónces se hallan estos mas próximos, puede no resultar inconveniente. Si la rueda del aire fuese mayor que la del agua, la velocidad con que suben los arcaduces ó cajones aumentaría; lo cual parece que debería producir mayor efecto, por derramarse mayor cantidad de arcaduces en un tiempo dado: pero el aumento de la rueda del aire tiene sus límites, para que tengan siempre los arcaduces ó cajones tiempo de verter el agua.

En cuanto á lo 4.° ya hemos dicho que la longitud de 20 pies para la palanca es la mas adecuada; esto es cuando la potencia sea una caballería mayor; pero si fuese un motor de menor tamaño, se podría disminuir á proporcion dicho brazo de palanca.

Esto supuesto, pues que ya sabemos, que para que la potencia quede favorecida lo posible, debe disminuirse la distancia del eje de los arcaduces á la circunferencia esterior de la rueda del agua, y esta distancia se compone del diámetro de la cuerda, ó maroma y del radio de los arcaduces, resulta que *las maromas ó cuerdas no deberian ser cilíndricas, sinó anchas y tener menor grueso*, como se usan ahora en Francia para el beneficio de las minas, á fin de que con menor grueso resistan lo suficiente.

Sin embargo, como España posée con mucha abundancia el esparto, que es un verdadero don de la naturaleza, y que nos envidian los estrangeros, lo que yo proponga se puede poner en ejecucion haciendo uso de las maromas ordinarias, hechas con esparto crudo.

214 En cuanto á los arcaduces, debemos observar, que *si los hombres hubieran empleado todo su talento con el objeto espreso de elegir lo peor, bajo todos conceptos, no hubieran podido inventar cosa mas perjudicial que los actuales arcaduces.* En efecto, no deben ser redondos bajo ningun aspecto; porque esto origina que el centro de gravedad diste mucho de la circunferencia esterior de la rueda del agua; sinó tener una forma que les dé mucho largo, es decir, que el lado paralelo á los aguadores de la rueda del agua sea lo mayor posible; el ancho ó la dimension que aumenta la distancia del centro de gravedad de los arcaduces, así como el alto ó profundidad deben ser los menores posibles; el ancho, por la razon ya dada de disminuir la distancia del centro de gravedad á la circunferencia esterior de la rueda del agua; y la profundidad, para que se vacien mas pronto y que no ejerzan mucha presion sobre el fondo, para que no hagan derramarse mucha agua por los agujeros que sirven de respiradero al aire. La profundidad podrá ser cualquiera cuando se pongan válvulas en el fondo para que salga el aire.

Los arcaduces, de que se hace uso en el dia, son defectuosos por muchísimas razones bajo todos los aspectos que se consideren, y los principales vicios de que adolecen son los siguientes: 1.° El modo con que se hacen, que es de dos piezas separadas; una la boca y otra el fondo. Estas dos partes se unen por el parage mas estrecho del arcaduz; y como justamente por este parage se aseguran á

la maroma, resulta que presentando la maroma en muchas ocasiones una resistencia á plegarse mayor, que lo que puede resistir la union de las dos partes del arcaduz, se quiebra por dicho parage. Ademas, la última parte de la porcion del fondo, se concluye ella por sí misma, pues como van comprimiendo el barro con los dedos, y la masa del arcaduz está dando vueltas, á causa del movimiento que da el constructor con los pies á la rueda, en el momento en que se va estrechando la abertura, cuando esta viene á ser como de una pulgada, sacan el dedo; y por la inercia de la materia y el movimiento que lleva la masa, se acaba de cerrar, dejando que se forme por sí, y á la casualidad, el agujerillo para que salga el aire. Por lo cual, en unas ocasiones sale mas ancho que en otras y la mayor parte de las veces torcido, por lo que le hace arrojar el agua no en el arcaduz que viene despues, sinó á cualquier lado y con frecuencia un chorro de consideracion: lo cual disminuye la cantidad de agua elevada y se pierde toda la que vuelve al pozo, que en muchas ocasiones llega á ser la tercera parte del agua. A esto contribuye tambien el que el agua contenida en la cavidad de la parte inferior del arcaduz, no sale de él hasta que está ya en una posicion casi vertical, teniendo la boca hácia el pozo; la cual dirige el agua fuera de la artesilla. Del modo con que hacen los arcaduces, y que yo he ido espresamente á observar, resulta igualmente que en el fondo, que es donde necesitan mayor resistencia, son lo mas débiles; pues tienen ménos de la mitad del grueso que en la boca; por consiguiente, por mucho cuidado que pongan en su construccion, siempre resulta mas débil y defectuosa aquella parte que las demas; y esta es otra de las causas que originan el que se quiebren tantos; de lo cual proviene no solo la pérdida del gasto que originan, sinó que contribuyen sus cascos á cegar el pozo. Por otra parte, el ser tan largos, hace que no viertan bien el agua, y que la echen fuera de la artesilla. Bajo este aspecto, he visto yo norias que desperdiciaban solo por la forma de los arcaduces lo ménos la tercera parte de la cantidad de agua que subian: lo cual es una pérdida enormísima. No se debe estrañar el que acaso aparezca molesto al indicar estas pérdidas: pues como la potencia obra continuamente, cualquiera economía, por pequeña que parezca, en el modo de aplicarla, es de la mayor importancia. En efecto, supongamos que por una modificacion, que hagamos en la máquina, se consiga por ahorro de potencia, en un segundo, una décima parte de maravedí, lo que parece despreciable; sin embargo, en una hora, que contiene 3600

segundos, se ahorrarán 360 maravedís; y suponiendo que el trabajo sea de ocho horas al dia, resultan mas de 84 reales diarios; lo que no es indiferente en manera alguna. Por todo lo cual, en mi concepto los arcaduces se deben reemplazar por cajones rectangulures como manifiesta la (fig. 50 lám 4); y sus dimensiones mas adecuadas son las siguientes: el ancho, esto es, la menor de las dos dimensiones del fondo debe ser por ahora y mientras que las Artes no se hallen mas adelantadas, de medio pie, siempre en lo interior; lo que dará $\frac{1}{4}$ de pie ó 0,25 de pie para la distancia de su centro de gravedad á la circunferencia esterior de la rueda del agua. Que la altura del cajon sea de 9 pulgadas ó 12 dedos, que son $\frac{3}{4}$ de pie, para que llegando arriba vacie bien pronto; y no cause demasiada presion para que el agua no salga en gran cantidad por los agujerillos, que debe haber varios, pero pequeños, á fin de que dén salida al aire al bajar, y no den paso al agua al subir, ó sea en muy poca cantidad. La longitud del cajon podría ser indefinida, para aplicarla al ancho del pozo; pero esto podría originar el que los aguadores cediesen por el lado de la volandera; y así yo por punto general aconsejo que se hagan por ahora de un pie de largo: en cuyo caso contendrán $\frac{3}{8}$ partes de un pie cúbico de agua; y pesando este unas 47 libras, podrémos suponer que el agua contenida en cada uno sea 17,625 libras. El modo con que deben fijarse los cajones á las maromas, es como representa la (fig. 51 lám. 4). Sobre este punto, debemos observar que en la práctica se ejecuta esto del modo siguiente: se ponen las maromas colgando de la rueda del agua, y despues de unidos sus estremos para que forme una maroma ó cuerda sin fin, se van poniendo los arcaduces entre el hueco que dejan las dos maromas, y los van atando á estas con soguillas ó lias, por el cuello ó parte mas estrecha del arcaduz. Si los aguadores están muy juntos no pueden meter sus dedos y manos los que los ponen, sinó por los huecos de los aguadores; de donde resulta que la boca del arcaduz viene á caer por lo regular sobre un aguador; de esto resulta que, al derramar el agua, choca en el aguador, y salta hácia afuera, volviendo al pozo; y no cayendo por consiguiente en la artesilla, se derrama y pierde justamente cuando ya se ha conseguido subirla hasta la parte mas alta.

Sucede tambien que, á veces, las maromas ó cuerdas se hallan tan unidas, que el agua, al subir el arcaduz, cae sobre la maroma, y es rechazada por ella, volviendo al pozo y no cayendo en la artesilla como convenía. Otro inconveniente resulta en el modo de fi-

jar los arcaduces á las maromas; y es que estas tienen los dos maderos que se llaman *pastores* para hacer que no resbalen fuera de la rueda volandera; pero no tienen nada que les obligue á distar entre sí igualmente las dos maromas sobre los aguadores; de donde resulta que á veces se unen mas de lo regular, en cuyo caso se aflojan los arcaduces, y suben y bajan cambiando de posicion; y estando casi cerrado entónces por partes el espacio de las dos maromas, en términos que hay ocasiones en que vienen á tocarse, toda el agua choca al salir de los arcaduces, con las maromas, y apenas cae una gota dentro de la artesilla. Resulta tambien de esto, que si en unas partes se aproximan entre sí las maromas, en otras suelen separarse demasiado por circunstancias particulares, y entónces no pudiendo resistir el cuello del arcaduz, se quiebra, y es otra de las causas de romperse tantos. Se acostumbra tambien poner arcaduces en la parte donde se unen las maromas que suelen llamar *llaves*; en cuyo caso vierten toda el agua sobre las maromas y casi toda ella se desperdicia sin caer en la artesilla.

El cajon unido á las maromas en la forma que manifiesta la (figura 51 lám. 4), el largo de estos mismos cajones y sus tablas laterales impide que las maromas se acerquen mas por un parage que por otro, y por lo mismo permanecerán paralelas en toda su estension; y estando las maromas fuera de la boca del cajon, al verter estos el agua, ni una sola gota cae sobre las maromas; y estando la tabla por donde derrama el agua mas interior que la maroma, y al ras de la superficie interior de los aguadores, podrá situarse muy próxima á la pared de la artesilla, y reduciendo este espacio en las norias construidas con esmero, lo mas á un dedo de ancho por cada estremo, se puede asegurar que será muy rara la gota de agua que caiga fuera de la artesilla.

Aunque, segun lo que llevamos manifestado, los arcaduces no deben tener la forma que se les da, sin embargo, no quiero dejar de hacer una indicacion por si subsisten todavía en darles dicha forma: y es que, en vez de arcaduces de barro, podrían usarse con mas economía *calabazas*, de las que sirven para llevar el vino. Yo las he visto en Fuenterrabía, de tal magnitud, que contenían mas de 20 cuartillos de agua, y representamos una en planta y alzado por la (fig 52 lám. 5). Yo he puesto una de estas calabazas en una noria, para ver si resistía, y estuvo haciendo su servicio durante una semana; despues, al pasar por los pastores, recibió un golpe y se rompió; pero no obstante, yo la conservé metida en agua con el fin de

ver el tiempo que permanecía con suficiente resistencia para poderse suspender por la parte mas angosta; y se conservó por espacio de mas de dos meses. *Mr. Borgnis* propone que los arcaduces ó cajones se compongan de un saco de tela embreada *M* fijo á un anillo de fierro *N* (fig. 53 lám 5) sostenido por las dos espigas ó eslabones de fierro *l*, *l* unidos entre sí por los pernos *g*, *g*.

Todas estas indicaciones podrán ser útiles, segun las diversas circunstancias que ocurren en la práctica; y con estas idéas generales podrán los constructores conciliar todas las circunstancias en que se hallen. Mas, en el ínterin que lleguen á obtener otra cosa mejor, les aconsejamos que se valgan de la forma que representan las (figs. 50 y 51 lám 4) procurando que las tablas, por el parage en que ha de rozar la maroma, tengan un cierto hueco cóncavo, análogo á esta, pero no acepillado, sinó hecho *ex-profeso* para que presenten una superficie escabrosa, como la que resulta con una sierra, y que podría conseguirse con una escofina muy gruesa, á fin de que presenten el mayor rozamiento posible. Para sujetar los cajones á las maromas, se podrían poner unas argollitas, ganchos ó clavos tanto en la parte superior como en la inferior del cajon, como se indica en dichas figuras, para sujetar los estremos de las soguillas ó lias: cualquier medio que se adopte, con tal que el cajon no resbale, ni las soguillas con que se afirmen á la maroma tropiecen en la artesilla, es adecuado para el intento.

En vez de los agujeros para respiraderos del aire, se deberían emplear válvulas, que las mas sencillas las representamos (fig. 54 lám. 3) y que aun pueden hacerse con un simple pedazo de cuero, que en la parte inferior tenga una chapa de fierro, ó una simple bola ó chapa de barro ordinario cocido, con uno ó dos agujeritos para pasar el hilo con que se una al cuero, como se representa por *L*, *M*, en la misma (fig. 54).

215 Los aguadores, que debe contener la rueda del agua, son tantos, en mi concepto, como se necesiten para cubrir lo mas uniformemente posible la circunferencia de dicha rueda, distando entre sí desde 18 á 24 dedos; y teniendo dos dedos de ancho y de uno á uno y cuarto ó uno y medio de grueso. Convendrá que los arcaduces ó cajones se coloquen con la mayor regularidad posible, y de modo que vayan siempre á caer en el intervalo que ocupan los aguadores, para que viertan bien. Pero no se necesita una absoluta uniformidad; pues basta con que aproximadamente se hallen de tal modo colocados, que en cualquier disposicion de la maroma ha-

ya casi tantos en un lado como en el otro. En la noria de carro ó de linterna, los husillos ó bolillos deben ser muy cortos para que no cedan á la flexion ó se doblen, en lo que se pierde fuerza motriz.

216 El eje de la rueda del agua, que es lo que se llama *puerca ó cubo*, tiene un grueso desmesuradamente excesivo en todas las norias que yo he visto; mientras mayor sea, menor es la longitud de la artesilla, y por consiguiente mayor la cantidad de agua que se derrama volviendo al pozo, despues de haberse gastado la fuerza motriz en elevarla. Tambien resulta por la construccion actual de la artesilla, que cayendo el agua sobre su fondo, rebota y sale mucha parte fuera; lo cual se puede evitar haciendo que el fondo de la artesilla esté cubierto con una capa de agua: lo que se conseguirá poniendo el conducto de salida del agua como dos dedos mas alto que el fondo de la artesilla en la parte que está sobre el eje; y en lo demas hácia los estremos, el fondo debe estar medio pie ó uno mas bajo, cualquiera que sea la forma que se le dé, como espresa la (fig. 55 lám. 5).

Los gorrones y eje de la rueda del agua, en mi concepto, deben ser de fierro. Para determinarlos, en virtud de lo espuesto en las tablas del (§ 129 Lib. 5) se deberá tener en consideracion lo que pesa la rueda del agua con la puerca, ó cubo, cruces, aguadores, gorrones y rueda volandera, todo lo cual se consigue fácilmente pesando las piezas separadas ántes de unirlas. El peso de la maroma se puede calcular teniendo presente que 4 pies de maroma recien sacada del agua, esto es mojada, pesan 12½ libras; lo cual da para un pie de maroma, suponiéndole del grueso regular de 3 pulgadas ó cuatro dedos, un peso de 3 libras y 2 onzas, ó 3,125 libras; y atendiendo tambien á la cantidad de agua que contienen los arcaduces ó cajones de la parte ascendente de la maroma, siendo el eje del grueso que se calcule: de este modo la longitud de la artesilla podrá ser casi igual con el diámetro de la misma rueda del agua, y no se derramará casi nada de este líquido fuera de la artesilla.

217 Los aguadores no deben ser cilíndricos, por dos razones. Siendo cilíndricos, por la parte superior, presentan poco rozamiento, y este conviene, como ya hemos dicho, aumentarle en este caso todo lo posible; mientras mayor sea el diámetro de los aguadores, menor deberá ser la longitud de la artesilla; por lo cual, deberá tener esta de ménos la longitud de dos diámetros de los aguadores, lo que causa mucho desperdicio de agua. Los aguadores serían bien proporcio-

nados si tuviesen dos dedos de ancho, de uno á uno y medio ó uno y cuarto de grueso, y dos pies de largo; y por la parte esterior deberían estar sin acepillar, y con la superficie que presenta el corte de sierra, ó como dado con una escofina gruesa, para que ofrezcan bastante rozamiento á la maroma. Por los otros tres lados, deben estar bien acepillados para evitar el que tropiecen con la artesilla y el que detengan broza ó cualquiera otra cosa que pueda causar choque ó estorbo al agua; y siendo de moral ó enebro, resisten y duran mucho; aunque lo mejor de todo será cuando nuestras artes del fierro se hallen mas adelantadas, el hacer la rueda del agua con sus aguadores y volandera de fierro fundido, y todo resultaría mejor, duraría mas, costaría ménos, serían muy pocas las composturas que exigiesen, y cuando se inutilizasen producirían casi el mismo valor que costaron.

La artesilla debe estar dentro de la volandera, y las cruces y contracruces embebidas en la misma circunferencia, y no por lo interior, por impedir á la artesilla arrimarse al plano de la rueda del agua.

218 En cuanto á la potencia, que se haya de aplicar, en mi concepto, la caballería de que se debe usar es el caballo, ó yegua, el buey ó la vaca, y la burra: siendo la yegua, la vaca y la burra las que mejor concilian todas las circunstancias, pues este trabajo como alternado no las fatiga ni las impide el criar, y resultan dos ventajas al propietario. Tambien podría hacerse uso de los perros, como se acostumbra en varios pueblos de la Bélgica y de la Holanda para conducir efectos por las calles; ó de un número competente de carneros ó de cabras que se enseñasen para esto: con especialidad estas últimas que podrían suministrar al mismo tiempo leche para las poblaciones. Omito de intento el nombrar otro animal, cuya existencia monstruosa hasta ofende la razon, manifestando un orígen que aun es repugnante á las buenas costumbres, &c.; porque no quiero amancillar esta obra con una palabra que escita idéas tan inmundas, y que tiene arruinados á los que hacen uso de ellas, no sé por qué estraordinaria preocupacion ó fatalidad, segun ya hemos dicho (nota del § 223 Lib. 5).

El modo de formar el engrane mas acomodado poniendo los puntos en el costado de la rueda del agua como representa la (fig. 25 lám. 3) no es bueno, porque esto obliga á que el pozo sea mas ancho; y aunque esto se podrá conseguir ensanchando el pozo solo en la parte necesaria para que la rueda gire, queda el inconveniente de que distando mas del parage donde se causa la resistencia, hay mas mo-

tivo para que la máquina cabecée, y aun ellos se desvencijen; por lo cual es mejor la disposicion de las (figs. 28, 29, 30 y 31 lám 4). Pero lo mas ventajoso de todo sería el hacer que estuviesen embebidos en la circunferencia esterior de la rueda del agua; y los de la rueda del aire fuesen como los de la (fig. 25); y aun sería todavía mucho mas provechoso el que, al ménos, el canto esterior de la rueda del agua se forme de llantas de fierro fundido, cuyos dientes sean de la misma fundicion de fierro; las cuales, unidas á las pinas de la rueda del agua por medio de pernos, la darían mas solidez; y engargantando en estos dientes de fundicion de fierro, hechos en forma de cuña ó de trozo de pirámide cuadrangular, los de la rueda del aire, siendo de madera de encina y de la misma figura, resultarían menores los rozamientos, por cuanto la esperiencia tiene acreditado que los engranes de las grandes máquinas causan mejor efecto haciendo engranar los dientes de fundicion de fierro en los de madera: resultando ademas mucha mayor solidez.

Toda la disposicion de nuestra noria perfeccionada se halla en la (figura 56 lám. 3). De este modo los dientes de la rueda del aire no están espuestos á la lluvia y durarán mas. Los de la rueda del agua estarán cubiertos los superiores por el canto de la rueda del aire, y los inferiores, por estar hácia abajo y en lo interior del pozo: de modo que solo los de los costados superiores serían los que estuviesen espuestos á la lluvia, polvo &c., y como estos serán ménos de la tercera parte del total, siempre resultan ventajas de esta disposicion. Hemos colocado los cajones del modo que conviene (304) cuando la noria se mueve por dos caballerías, siendo 3 dedos la distancia del centro de los cajones á la circunferencia de la rueda del agua, y 85 pies la profundidad que consideramos (303) aproximadamente como un término medio entre las profundidades á que se acostumbra establecer las norias atendiendo á la topografía del territorio español. El modo de colocar las caballerías que en ella ponemos para que efectúen el tiro es mejor que cuando la palanca se fija con oblicuidad al árbol de la rueda del aire. Ademas, hemos puesto encima de esta disposicion otra que traerá todavía mas ventajas en la práctica, por las razones siguientes. Generalmente con la tierra que se saca del pozo se hace el andén, como aconseja *Herrera*; pero se incurre por lo regular en el defecto de colocar el centro de la rueda del agua muy alto respecto del estanque á donde va á parar; de modo que se eleva el agua en la mayor parte de las veces de tres á seis pies mas alta que lo que corresponde, con pérdida

total de la fuerza que se empléa en elevar inútilmente á esta altura el agua. Para evitar esto, se puede disponer la noria como se ve en la parte superior de la fig. 56 donde la rueda del agua sobresale del andén solo una cortísima cantidad para que engrane la rueda del aire. De este modo, los machones pueden ser mucho mas pequeños y reducirse á simples maderos riostrados ó machos de piedra, el árbol de la rueda del aire mucho mas corto, la palanca recta y paralela al horizonte, y por consiguiente mas corta, y ménos flexible, y todos los gastos y rozamientos son menores. Presentamos al estremo opuesto de la palanca *P* un contrapeso *Q* para que equilibrándose con el peso de la palanca, esta no cabecée.

SECCION SESTA.

Nuevas combinaciones de la noria, por las cuales se puede conseguir la elevacion del agua á cualquier altura.

219 Hemos visto (180), que la noria es una máquina tanto mas ventajosa, cuanto el nivel del agua en el pozo, depósito, manantial, ó rio dista mas del centro de la rueda del agua; por lo cual, parece que *las norias de por alto* deberían ser preferidas. Sin embargo, dichas norias tienen el inconveniente de que es indispensable, ó que ocupen mucho espacio, ó que se desperdicie una parte de la potencia: y lo único que convendría en esta circunstancia es hacer uso de las borriquillas, y demas animales, que hemos indicado (218) para que sirvan de motor: en cuyo caso, podría reducirse la longitud del brazo de palanca hasta siete ú ocho pies sin pérdida considerable de fuerza motriz. Pero aun con todo esto la noria por alto no podría elevar el agua á una altura demasiado grande.

220 El procedimiento que se presta mejor para este caso en los parages despejados, es la aplicacion del viento, el cual como es mas seguro, á proporcion que uno se eleva mas, resulta que aplicándole á la noria, se tienen dos ventajas, á saber: que á proporcion que estén mas altas las alas del molino ó aparato para recibir la accion del viento, se proporciona una fuerza motriz mas constante y segura, y una altura mayor á que se podrá elevar el agua para distribuirla despues á donde convenga. Por esta causa, no puedo dejar de estrañar el que, estando indicado el viento como fuerza motriz para la noria, desde los tiempos mas remotos, pues que entra en la definicion que hemos puesto (146), y estando espresamente dicho en la obra de *Vidal y Cabasés*, sin embargo, no se haya establecido en

parte ninguna. Y siendo de la mayor utilidad en muchas localidades de nuestro pais como se verifica en toda la parte alta de Madrid, la Mancha, las marismas de Sevilla, &c. &c., no puedo ménos de poner aquí la figura que podrían tener estas norias, que es la representada (fig. 57 lám. 7). Su mecanismo se reduce á que en el árbol que lleva las alas está fija la rueda *R* que por su engrane con los dientes superiores de la rueda *S* convierte en movimiento circular horizontal el circular que tiene la rueda *R* en un plano que se separa unos 13 grados del vertical. La rueda *S* con sus dientes inferiores hace oficios de rueda del aire, que mueve la rueda del agua *N* de la noria. En los parages donde abunde el agua se podrán disponer dos, tres y hasta cuatro ruedas del agua, movidas por la misma rueda del aire *S*; y para conciliar lo espuesto (§ 139 Lib. 5), si son dos las ruedas del agua, se deberán colocar de modo que obren en los estremos de un diámetro, como en nuestro caso se debería disponer la segunda en *S*. Cuando deban ser tres las ruedas del agua, se pondrán de modo que los radios de la rueda del aire á cuyos estremos obren los engranes, formen ángulos de 120 grados. Si fuesen cuatro las ruedas del agua que se quisiesen colocar, se pondría cada una en los estremos de dos diámetros que se cruzasen formando ángulos rectos. En cuanto á las alas, deberán tener la forma *holandesa*, como indica la (fig. 57 lám. 7). Esta disposicion es tanto mas ventajosa, cuanto el mecanismo que representan las (figs. 115 y 116 Mec.), el árbol *P* se puede disponer de modo que mueva una ó mas piedras de molino; con lo cual se conseguirá reunir la ventaja de que en los casos en que no se necesitase del agua, se empleasen en moler el trigo, maiz &c. y en efectuar cualquiera otro trabajo industrial; y para contribuir por mi parte á ver si se puede realizar la introduccion del viento como potencia motriz, para elevar el agua, pondré en el capítulo IV de este libro lo que se sabe hasta ahora acerca de la aplicacion de dicho motor, descendiendo á los detalles de construccion de alas holandesas que representamos en grande (fig. 81 lám. 10). Si se introdujese este ramo de industria en las inmediaciones de Madrid, que son tan áridas y tristes, se podría conseguir sin gastos de consideracion un frondoso vergel, y ademas tener en esta Capital el pan mas barato: consiguiéndose al mismo tiempo disminuir algun tanto las pulmonías; pues con los arbolados en dicha parte superior, y el movimiento de las alas de los molinos de viento se quebrantaría la crudeza y direccion del aire, que no teniendo ahora ningun obstáculo en que tropezar desde el contacto de las cúspi-

des nevadas de Somosierra, viene á introducirse en nuestro pulmon, á veces con la misma frialdad que adquiere en su contacto con la nieve.

Cuando la noria, que se trata de mover por el viento, sea de mucha consideracion, se deberá establecer de modo que se haga girar el árbol principal donde van las alas, por el mecanismo con que se ejecuta esto en los actuales molinos de viento. Pero si la noria no fuese muy grande, puede disponerse de modo que se oriente por sí misma con el auxilio de la cola ó timon *T*, á la manera que lo hacen las veletas de las torres: sobre cuyo punto nos detendrémos algo mas en la seccion 3.ª del cap. IV de este mismo libro. La pieza que ponemos separada á su lado señalada con *F* indica lo que se llama el *freno*, y sirve para detener el movimiento de la rueda *R* cuando se quiera. Basta colocar el peso *p* á mayor distancia del punto de apoyo, en cuyo caso baja el freno y comprime á la rueda que la figuramos en *r*, de tal modo que la obliga á pararse. Cuando se quiera poner en movimiento, se coloca el peso *p* cerca del punto de apoyo, y tirando por la cuerda *c*, gira el *freno* al rededor de su charnela *s* y levantándose deja libre la rueda para que se mueva. Conviene que en todo esto se proceda con lentitud para que no sufra la máquina sacudimientos bruscos y repentinos.

221 La noria no se aplica comunmente mas que para elevar el agua de los pozos que se forman *ex-profeso* en los parages donde no la hay; pero se puede y debe emplear para elevar el agua de los rios, arroyos, pantanos, lagunas &c., y aprovecharlas en los usos de la Agricultura y de la Industria. *Belidor* en la lám. 4 del cap. 4.º del libro 2.º de su *Arquitectura Hidráulica* se propone elevar el agua de un manantial para la decoracion de un jardin por medio de la (fig. 58 lám. 6.), que él denomina *máquina de chapelet ó de rosario*; pero se ve, que no es mas que una noria movida por el agua: debiéndose estrañar el que no se halle estendido su uso. Esta figura, aunque muy propia para dar á conocer cómo se puede aplicar la potencia motriz del agua para elevar la misma agua, no se debe sin embargo tomar por modelo en la forma que se presenta; pues en ella se notan desde luego tres defectos. 1.º La rueda que recibe la accion del agua, no es la mas adecuada, y en caso de que se intente hacer uso de este medio, se deberán preferir las ruedas de que hemos hablado (sec. 3 del cap. II Lib. 5). 2.º La rueda del agua *FK* no tiene rueda volandera; lo cual por una parte ofrece el riesgo de que resbale la cuerda, maroma ó cadena, y se salga de los aguadores, y por otra, es mas fácil de que estos pierdan su so-

lidez: y 3.° toma el agua en la parte inferior; y hubiera sido mas cómodo y ventajoso tomarla arriba, esto es hácia el árbol *. Entónces, sería mas económico y fácil el asegurar toda la máquina; pues hacia la izquierda se supone que hay terreno sólido y aun mas alto que facilite su colocacion, segun indicamos con puntos en la misma figura.

222 En ningun libro, ni á ninguna persona hemos oido la idéa de que el agua de los rios, arroyos &c. se eleve por el mecanismo de las norias; pues repetimos que, á pesar de la definicion que hemos puesto (146), solo se considera adecuada para elevar el agua de los pozos hechos artificialmente; mas en España sería muy conducente el que se emplease este mecanismo para elevar el agua corriente de los rios, haciendo al mismo tiempo molinos ú otros establecimientos industriales como representa en planta la (fig. 59 lám. 6); donde *P* manifiesta la presa de un rio; *C* la cacera ó caz que conduce el agua para el molino *M*; y *N* representa el parage donde se puede colocar una rueda hidráulica, que por el mecanismo anterior eleve el agua desde *A* hasta el punto que convenga. Cuando no haya presa,

* Esto lo hemos indicado (70) refiriéndonos á *Mr. Navier*; pero como juzgamos sumamente ventajoso emplear este procedimiento en España para elevar el agua de los manantiales y de los rios, fuentes, arroyos &c., vamos á demostrarlo. La cuestion se reduce á examinar, si toda el agua que suministra la fuente ó manantial *A* conviene emplearla para mover la rueda *B*; y que esta rueda comunique el movimiento por medio del engrane *HG* á la *FK* para elevar el agua que se halla en el punto mas bajo *D*; ó si sería mejor que el agua se tomase en *A* para elevarse por el mecanismo *C* que señalamos con puntos, movido por la misma rueda *B*. En el primer caso, se tiene mayor potencia para mover la rueda *B*, y por consiguiente para comunicar movimiento á la *FK*; luego se tendrá mayor fuerza disponible para elevar el agua que se halla en *D*; pero tambien aumenta la altura á que se tiene que elevar toda la cantidad que hay entre el nivel en *A* y el nivel en *D*. En el segundo caso, se disminuye la altura á que se ha de elevar el agua en toda la diferencia de los niveles *A* y *D*; pero falta toda el agua elevada para emplearse como fuerza motriz. Examinemos en cual de estos casos se podrá elevar mayor cantidad de agua. Para esto, supongamos que h represente la altura de caida; H la altura á que se quiere elevar el agua, contada desde el nivel superior *A*; Q el volúmen de agua que suministra el manantial, en la unidad de tiempo; q el volúmen de agua que se quiere elevar en la misma unidad de tiempo; R el *efecto útil* ó la relacion entre el *efecto producido* por la máquina que se empléa y la cantidad de accion suministrada por el agua que sirve de motor; relacion que es la misma en cualquiera de estos casos; pues que el efecto útil de toda máquina guarda con la cantidad de fuerza que se empléa una relacion constante.

Si se toma el agua, que se ha de elevar, en la parte superior *A*, tendrémos que el *efecto producido* se hallará espresado por el producto de la cantidad de agua elevada, que es q, por la altura á que se eleva, que es H; luego dicho *efecto producido* será qH. La cantidad de accion empleada estará representada por el producto de toda la cantidad de agua

basta poner una de nuestras ruedas de paletas curvas, movidas por debajo; la cual por medio de una rueda de puntería engrane en una linterna fija á un árbol que por la parte superior tenga otra linterna que engrane con la rueda del agua donde se pongan los arcaduces; y cuando nuestras artes se hallen mas adelantadas, podrá servir en este caso un mecanismo análogo al de la fig. 29 lám. 4 del 2.º tomo.

223 Todos los inconvenientes que presenta el viento como potencia motriz, su inconstancia, variacion &c. &c. de que hemos hablado en la primera parte de nuestra Mecánica industrial (II C), no causan ningun perjuicio para la elevacion del agua; por lo cual no debemos dejar de repetir que el oportuno empléo del viento puede ser en muchas ocasiones el mas adecuado; mas como la noria exige que el tiro del agua se haga verticalmente, y el agua está por lo regu-

---

gastada, que es Q, por la altura h de que cae; luego será Qh; si multiplicamos q por h, tendrémos que qh espresará el decremento de la cantidad de accion total por el agua que se eleva; luego $Qh-qh=(Q-q)h$ espresará la potencia ó fuerza motriz que obra sobre la máquina en este caso; y deberémos tener $\frac{qH}{(Q-q)h}=R$; que da $qH=R(Q-q)h=RQh-Rqh$; que trasladando al primer miembro el último término, se tiene $qH+Rqh=RQh$, ó $q(H+Rh)=RQh$; que dividiendo por lo que multiplica á q, resultará $q=\frac{RQh}{H+Rh}=R.\frac{Qh}{H+Rh}$.

Tomando el agua que se ha de elevar en la parte inferior, despues de haber ya producido su efecto en la máquina, tendrémos que la cantidad total de accion es Qh; esto es, el producto de la cantidad total de agua por la altura de caida. Y como la cantidad q de agua se debe elevar ahora á la altura $H+h$, el *efecto producido* se hallará espresado por $q(H+h)$; y como la relacion R del efecto producido á la cantidad de accion empleada, es constante en toda máquina, tendrémos $R=\frac{q(H+h)}{Q.h}$, que quitando el divisor, dará $RQh=q(H+h)$; y dividiendo por $H+h$, nos resultará $q=\frac{R.Qh}{H+h}=R.\frac{Qh}{H+h}$.

Pero R siempre es menor que 1, porque el *efecto útil* de toda máquina es menor que la cantidad de accion empleada; pues siempre se pierde algo por los rozamientos, &c. Luego el denominador de la primera espresion de q será menor que el de la segunda; por lo que (§ 128 Ar. de N.) el primer valor de q será mayor que el segundo: luego *se elevará mayor cantidad de agua cuando esta se tome en la parte superior, ántes de haber ejercido su esfuerzo sobre la máquina, que cuando se toma en la parte inferior, despues de haber causado su efecto en la máquina.* Nos hemos detenido en esta demostracion, porque siendo este uno de los casos que se presentan contínuamente en España, conviene saber el modo con que resultarán mayores ventajas.

lar en la parte baja, y el viento no suele reinar sinó en la parte alta, se presentarán con frecuencia casos en que habrá que vencer sus dificultades. Sin embargo, el terreno de España presenta en muchísimas ocasiones unos despeñaderos en las orillas de muchos rios, como indica la (fig. 60 lám. 6), donde en el pie suponemos una corriente ó charco de agua *C* que se pueda elevar por la noria *N* colocada en la parte superior y movida por el viento. En otras, no se halla el rio tan á las faldas del corte de la montaña; pero en este caso, abriendo una simple zanja *Z* ya cubierta ó al descubierto, se podría hacer que el agua del rio *R* llegase al punto *C*, desde donde se elevase á la altura que se quisiese por medio del molino de viento *M*.

Pero hay tambien otro arbitrio que puede ser útil en muchas ocasiones, particularmente en España; y es que la parte alta, donde reina el viento, y se quiere aprovechar el agua, por ser justamente donde mas escasean, puede contener peñascos ó cortes de terreno ó de montaña que disten bastante de los rios, y donde sería costoso el hacer zanjas. En este caso, si por ejemplo, el terreno presentase la disposicion de la (fig. 61), y se quisiese aprovechar la accion del viento, podría hacerse del modo que representa dicha figura: pues el molino comunicará el movimiento á la rueda del agua *A*; y la cuerda sin fin, que se mueve por esta, da movimiento á otra análoga *B* que está por debajo; la cual por otro mecanismo análogo adecuado á las localidades comunica el movimiento á la rueda *C* que toma el agua del depósito *D*, sea rio, charco, arroyo, laguna &c.; la deposita en la artesilla de la *C*, desde donde pasa á *B*, y desde aquí á *A*. Tambien podría elevarse el agua desde *D* á *C* por la noria movida por el agua del rio; desde *C* dirigirse á un depósito en *B*; y desde *B* elevarse hasta *A* por el sistema de noria movida por el viento. En esta parte, son muchos los arbitrios que ocurrirán al constructor ó propietario, combinando la doctrina que esponemos en esta obra del modo mas adaptable á las circunstancias del terreno &c. &c.

Cuando no se presentan estos despeñaderos se puede formar la noria que representamos (fig. 57 lám. 7) de un modo fácil y conocido en la práctica por medio de seis pies derechos, sobre los que cargarán unas carreras ensambladas á medias maderas, clavadas en las zapatas de los pies derechos, y jabalconadas por sus medios, y la tabla de los pies derechos enriostrados estos en cruceros. Y todos los que vean la facilidad con que se ejecuta esto para establecer el castillejo y subir las piedras en las obras por medio del cabrestante, se

convencerán de la sencillez que presenta este aparato, de su solidez, economía y utilidad.

224 Teniendo presente, que segun hemos indicado y harémos aun mas palpable en la seccion siguiente, el *efecto útil* de la noria es tanto mayor, cuanto mas aumenta la altura á que se ha de elevar el agua, echarémos de ver que este mecanismo de las (figs. 60 y 61 lám. 6) puede ser muy ventajoso en nuestro territorio; pues se presentan con mucha frecuencia estos despeñaderos, que en la parte profunda hay agua en abundancia, y en la parte alta hay disponible la accion del viento; y como esta nada cuesta, resulta que la mencionada disposicion es de la mayor importancia no solo para elevar en dichas localidades el agua necesaria para los usos de la Agricultura é Industria, sinó para elevar el agua de las minas, en todos las paises y en todas las circunstancias.

225 Esta última idéa no la he visto ni aun indicada en parte alguna; y como la industria de las minas está naciente ahora en nuestra Península, me ha parecido conveniente hacer desde luego esta indicacion; porque la considero de la mayor importancia. En todas las minas que yo he visitado, el uso mas general para desaguarlas, es el de las bombas; y aunque es sumamente ingenioso el sistema de enlazar unas bombas con otras, estoy seguro, que el sistema de norias sería mucho mas ventajoso; siendo preferible siempre para la parte superior el viento á toda otra potencia como mas barata. En efecto, las minas por lo interior ó debajo de tierra, presentan siempre una galería ó pozo vertical de una determinada profundidad; desde allí sigue la mina una direccion horizontal ó inclinada segun la posicion de la veta; luego continúa otro trozo de galería ó pozo vertical; despues otro ú otros horizontales ó inclinados; luego otro vertical, y así sucesivamente como indica la (fig. 62 lám. 6). Para los dos primeros trozos verticales *a* y *b* es adecuado el mecanismo de la (fig. 61), que podrá estar movido por el viento en muchísimas ocasiones, como sucede en la Sierra de Gador. Por lo que dicho mecanismo nos elevará en la (fig. 62) el agua desde *B* á *A*. Despues, estableciendo en *C* una noria movida por caballerías y enlazando el mecanismo de la (fig. 58) con el de la (fig. 61) se elevará el agua por los dos tiros verticales *c* y *d*. Por manera que con solo la noria *A* movida por el viento y con otra noria en *C* movida por caballerías, se conseguirá elevar el agua desde *D* á *A*. Hemos puesto los tiros verticales todos á la derecha para mayor claridad; pero pueden tener una posicion cualquiera como en d' siendo D' el

depósito, pues los procedimientos que hoy reune la Mecánica son tan fecundos, que no se hallará dificultad que sea insuperable. Y por este procedimiento sencillo, fácil de aplicar, y de poco gasto, se podrá conseguir el desaguar las minas mas complicadas y profundas con mucha mas economía, que por el sistema que hoy se acostumbra; pues repetimos y se ve por la espresion (nota del § 131) que en las bombas ordinarias los rozamientos siguen la razon directa de las alturas y del radio del cilindro en que se mueve el émbolo; y por el sistema de norias no sigue la razon de una centésima parte de dicha altura. Esta es una circunstancia que no reune ninguna máquina, y que puede traer inmensas ventajas no solo á la produccion agrícola é industrial, sinó á la produccion subterránea. Ademas el agua en las galerías horizontales puede servir de canal para el trasporte del mineral.

226 A pesar de que haciendo uso del viento como potencia motriz, se puede conseguir que las norias eleven el agua á unas alturas muy considerables, sin embargo, no es á una altura indefinida. Pero, enlazando el sistema de norias con los arietes hidráulicos, podrémos elevar el agua á cualquier altura que se quiera sin limitacion alguna. Esta combinacion se presenta no solo con una gran posibilidad, sinó con unas ventajas y utilidades de mucha trascendencia. En efecto, cuando las aguas que se tratan de elevar, no son corrientes, como se verifica en los pozos, en los pantanos, en las lagunas &c. &c. no se puede emplear por sí solo el ariete; pero haciendo uso de la noria, ya movida por caballerías, ya por el viento, podrémos tener el agua á una determinada altura, reuniéndola en un depósito desde donde se distribuirá para regar los terrenos inferiores á dicho depósito; pero, si en el punto por donde se verifica el desagüe del mencionado depósito, ponemos un ariete hidráulico, por su medio podrémos elevar el agua á una altura indefinida, como hemos visto en el capítulo anterior; luego combinando la noria y el ariete hidráulico, se puede conseguir la elevacion del agua á cualquier altura que se necesite.

SECCION SÉPTIMA.

Nociones prácticas para la construccion de las norias, segun las diferentes profundidades á que con mas frecuencia se puede hallar el agua; dimensiones de sus partes principales, y cálculo de su efecto útil y de su producto en una hora.

227 Nunca he deseado mas el estar adornado con el *don de la claridad*, tan recomendable en un Autor, como en esta ocasion, en que

me propongo dirigir mi voz á una parte tan recomendable del Estado, como son los Labradores, y los que se ocupan en la construccion de los aperos, instrumentos, máquinas y utensilios de labranza. Se trata nada ménos de que, por punto general, *de poner en ejecucion las reglas que voy á detallar, conseguirán los Labradores una utilidad directa y efectiva mas de tres veces mayor que la que hoy les proporciona la noria*, sin contar con otras ventajas que darémos á conocer (269). Y todos los que estén dotados de la competente sensibilidad, y conozcan lo mucho que importa procurar al Labrador todo género de alivios, no podrán ménos de aplaudir, cualquiera que sea el resultado que se obtenga, el conato que yo he puesto para no omitir diligencia alguna que pueda conducir á procurar que estas nociones prácticas, que han de facilitar la ejecucion y generalizacion de tan ventajosa máquina, se presenten con la debida claridad y exactitud.

228 Ya he demostrado (180) que *la noria es tanto mas ventajosa, cuanto mayor es la altura á que se ha de elevar el agua*; y que *para las pequeñas alturas son preferibles* (179) *las bombas ordinarias*; y aun mejor, *nuestra bomba de rotacion perfeccionada*, y los *polders* ó *puldres*, que esplicarémos en los dos capítulos siguientes.

229 Sin embargo, por la razon espresada (211), y teniendo en consideracion que en casi todos los rincones de España se pueden encontrar personas que construyan norias, y que son muy raros los parages en que se construyen las bombas ordinarias, y que se tardará algun tiempo en que se puedan ejecutar los mecanismos que propondré en los dos capítulos que siguen, voy á poner aquí el cálculo de las norias, principiando por la profundidad de 10 pies de que habla *Mr. Rozier*, para comparar los resultados que obtengamos con el que citan las tres obras mencionadas (177).

Pero ántes debo manifestar los esperimentos que yo tengo hechos, para dar á esta materia la debida exactitud, calculando los rozamientos &c.

230 A la verdad, no satisfecho con lo espuesto hasta aquí, y teniendo el mas vehemente deséo de hacer por mí mismo alguna obserservacion ó esperimento, fuí repetidas veces á reconocer la espresada noria del Convento de Jesus en esta Corte, que es la representada en planta por la (fig. 28 lám. 4) para ver si era fácil examinar el *efecto útil* que producía. Por otra parte, no existiendo nada acerca del rozamiento en esta máquina, se estendieron mis meditaciones á si

al mismo tiempo se podría determinar el rozamiento que causaba; y habiéndome convencido de que no era demasiado difícil, comuniqué este pensamiento al *Señor Mata*, rogándole que me acompañase para esta investigacion; y el dia 3 de setiembre del presente año de 1832 por la tarde verificamos los siguientes esperimentos.

1.° *Para investigar la cantidad de fuerza motriz que consume el rozamiento, rigidez de las cuerdas etc. etc. en la noria*; pusimos una espuerta colgada de una garrucha que se fijó á un madero, atravesado desde uno de los machones de ladrillo á un árbol, y colocado á la altura de los encuentros de la caballería, y á la misma distancia del tiro de ella, que era de $7\frac{1}{2}$ pies; pero de modo que se verificase el movimiento de la noria en direccion inversa, para que los arcaduces no contuviesen ninguna cantidad de agua, y que el peso que echásemos en la espuerta para poner en movimiento la noria, solo se emplease en vencer el rozamiento, rigidez, &c. de sus partes. Se comenzó echando piedras en la espuerta, hasta que vimos que principiaba á romper el movimiento: y esto se verificó en unas cuantas veces que lo repetimos, con un peso de 21 libras. Por consiguiente, el rozamiento en dicha noria sin carga, consume 21 libras de potencia motriz. Observé si en el tejuelo donde descansa el gorron del árbol vertical había aceite, y si lo había en las palomillas en que giraban los gorrones de la rueda del agua; y noté que en algun tiempo lo hubo, y con el polvo formaba una masa muy espesa y pegajosa. De intento no quise ni limpiarlos, ni echar nuevo aceite, á fin de que el esperimento, hecho á la casualidad, pueda servir para los casos prácticos en que las norias se hallen, sobre poco mas ó ménos en el mismo caso.

2.° *Para averiguar la cantidad de fuerza motriz, necesaria para moverse la espresada noria cargada, esto es, cuando los arcaduces de la parte ascendente de la maroma de la noria estaban llenos de agua*; pusimos la misma garrucha y espuerta á la misma altura y distancia del balancin; pero en la direccion del tiro, y cuando todos los arcaduces estaban llenos de agua, pues á los últimos que se hallaban algo vacíos, por la que sale por los agujeros, les echamos agua con un cubo, á fin de que todos estuviesen completamente llenos; se notó, despues de haber echado piedras en la espuerta, y colgado otras de la misma cuerda, que, en varios ensayos, el movimiento se rompía con un peso total de 3 arrobas y 5 libras, esto es con 80 libras.

3.° *Para determinar el efecto útil de dicha noria*, medí ánte to-

das cosas la distancia de la superficie del agua en el nivel del pozo al centro de la rueda del agua, y hallé que era 42 pies y 3 pulgadas; esto es, 42,25 pies. La caballería, que movía la noria, era muy pesada, y caminaba muy despacio: pero yo no quise que se la violentase en manera alguna, sinó que siguiese su paso natural, que era muy pausado, y menor que el de un buey ó vaca. Se contaron las vueltas que dió la caballería en una hora, y fueron 63 vueltas justas. Se midió, ántes de principiar á moverse la caballería, la altura del agua en el estanque: y se halló que la superficie ó el nivel del agua en el estanque estaba 2 pies y 5½ pulgadas mas baja que el borde de la pila por donde cae el agua. Se midió tambien la distancia desde el mismo punto de la pila hasta la superficie de nivel en el estanque, cuando se paró la caballería, pasada la hora, y se halló ser de 2 pies 3 pulgadas y 3 líneas. Por consiguiente, la cantidad de agua que entró en el estanque está representada por un prisma, cuya base era la superficie del estanque, y su altura 2 pulgadas y 3 líneas, que hacen 0,1875 de pie.

231 Ahora bien, el estanque tenía 36 pies y 4½ pulgadas de largo, y 24½ pies de ancho; que dan por superficie 891,1875 pies cuadrados. Multiplicando esta superficie por 0,1875 de pie, á que equivalen las 2 pulgadas y 3 líneas, que subió la superficie del agua en el estanque en la citada hora, tendrémos 167,0977 pies cúbicos de agua. Como cada pie cúbico de este líquido pesa 47 libras, resulta que la cantidad de agua que aumentó el estanque pesa 7853,5919 libras.

Pero, durante este tiempo, se sacaron del estanque, para una obra que había en el mencionado convento, nueve cubos de agua, que cada uno pesaba lleno 30 libras y vacío 11; por lo cual el peso del agua de cada cubo era 19 libras; y la cantidad de agua de los nueve cubos resulta ser 171 libras; las cuales añadidas á las 7853,5919, dan 8024,5919 libras. Mientras se hacía el ensayo, ocurrió que un mozo de la tahona, que iba á dar agua á las caballerías, destapó una pila para lavarla, y principió á caer agua en el estanque: por consiguiente, es necesario rebajar esta cantidad. Medida la superficie de la pila, se halló ser un cuadrado de 2¼ pies de lado, que hacen 5,0625 pies cuadrados; la parte de altura, que disminuyó el agua, fué de 3 dedos, que hacen 0,1875 de pie; resultan pues 0,949 de pie cúbico, que, á razon de 47 libras, hacen 44,603 libras, que, restadas de las 8024,5919, quedan 7979,9889 libras para la cantidad de agua elevada en la hora que duró el esperimento.

La distancia desde la superficie del agua en el pozo hasta el fondo de la artesilla, que es donde se aprovecha el agua, era de 43,25 pies; pues el fondo de la artesilla se hallaba como un pie mas alto que el centro de la rueda del agua. Luego si multiplicamos 7979,9889 libras por 43,25 pies, altura á que se han elevado, tendrémos que el *efecto producido, ó la cantidad de trabajo que se ha obtenido, es equivalente á elevar* 345134,5199 *libras á un pie de altura.*

Teniendo el andén 20 pies de radio, resulta que multiplicando (§ 505 cor. I. T. E.) por 6,28318, da para la circunferencia 125,6636 pies; y como las vueltas son 63, resulta que el número de pies, andados por la caballería, es 7916,8068; la fuerza empleada por esta es 80 libras, como hemos visto (230 2.°); luego si multiplicamos los 7916,8068 pies andados, por 80 libras, tendrémos que el producto representará *la potencia ó cantidad de fuerza motriz empleada, y resulta equivalente á elevar* 633344,544 *libras á un pie de altura*; y como el efecto producido equivale á elevar 345134,5199 libras á un pie, si dividimos esta cantidad por la anterior, se obtiene, que el *efecto útil en esta máquina, ó la relacion del trabajo efectuado, con la potencia motriz empleada es* 0,545; valor que es mucho mayor que el de la noria de que habla *Rozier*: y por consiguiente, queda probado, al mismo tiempo, que nada hemos exagerado, al decir que la *noria* del citado convento es una de las que están mejor construidas; lo cual confirma el sólido fundamento con que el *Sr. Mata* se ha grangeado la buena y bien merecida reputacion de que goza en el público.

232 Veamos las *consecuencias útiles é importantes que resultan de estos esperimentos*: 1.ª Siendo 21 libras la fuerza que se pierde en los rozamientos, y 80 libras la cantidad de fuerza motriz que se empléa, resulta, que la relacion del rozamiento á la cantidad de fuerza empleada es $\frac{21}{80}=0,2625$, que es muy inferior al tercio de la fuerza ó potencia motriz empleada; puesto que es muy poco mayor que *un cuarto*. Y esto era sin tener cuidado de untar con aceite, ni sebo &c. los gorrones, palomillas, ni tejuelos, sinó considerando la noria como se hallaba casualmente; luego queda comprobado lo que hemos puesto en las observaciones con relacion á *Mr. Navier* en la 1.ª tabla de la nota del § 131 Lib. 5.

2.ª Si dividimos el número 7916,8068, que espresa los pies que anda en una hora la caballería, por 3600 segundos que tiene una hora, resultan 2,198 pies, que es ménos de los 3,5 pies que hemos

puesto en la 5.ª columna de la tabla 2.ª del § 151 Lib. 5 correspondiente al núm. 17 para el paso regular de una de nuestras caballerías mayores como en efecto debe verificarse; pues esta era sumamente pesada, y aun á la simple vista se conocía que andaba ménos que un buey ó vaca.

3.ª Si queremos averiguar la cantidad de agua, con que se equilibraba la fuerza motriz 80 libras, esto es, la cantidad de agua que había suspendida en los arcaduces desde el nivel del agua en el pozo hasta el punto mas alto de la rueda del agua, ó lo que es lo mismo, el agua contenida en los arcaduces superiores á dicho nivel del pozo, y fijos á la parte ascendente de la maroma, no tenemos mas que averiguar cuantas vueltas tiene que dar la caballería para que suba el punto en que la maroma toca al nivel del agua en el pozo hasta el punto mas alto de la rueda del agua. Esta distancia equivale á 42,25 pies, que hay desde dicho nivel al centro de dicha rueda, mas un cuarto de la circunferencia de la misma rueda. Esta tiene 5 pies de radio; por consiguiente su circunferencia será (§ 505 cor. I. T. E.) 31,4159 pies. Dividiendo los 42,25 pies por 31,4159, resulta 1,3448 vueltas; y añadiendo 0,25 por el cuarto de vuelta que necesita dar la caballería, y por consiguiente la rueda del agua, para que el punto de contacto de la maroma al nivel del agua, en el pozo suba al punto mas alto de la rueda del agua nos resultará 1,5948 vueltas; luego si queremos averiguar la cantidad de agua que en una posicion cualquiera de la noria estaba suspensa en el aire en los arcaduces de la parte ascendente de la maroma, desde el nivel del agua en el pozo hasta el punto mas alto de la rueda del agua, formarémos la siguiente regla de tres; si en 63 vueltas, que da la caballería, se obtienen 7979,9889 libras de agua; en 1,5948 vueltas que tarda un punto de la maroma, en contacto con el nivel del agua en el pozo, hasta llegar al punto mas alto de la rueda del agua, ¿cuánta agua se elevará?; y se halla (§ 250 Ar. de N.) ser 202,0077 libras, que espresa la cantidad de agua que, en un instante cualquiera, se halla suspensa en los arcaduces de la parte ascendente de la maroma, entre el nivel del agua en el pozo y el punto mas alto de la rueda del agua; y esta es la cantidad de líquido que se equilibra con la potencia motriz 59 libras, diferencia entre las 80 libras que se gastan efectivamente en poner en movimiento la máquina, y las 21 libras que se consumen por los rozamientos cuando la noria no está cargada.

233 Por consiguiente, si queremos averiguar cuanto aumenta el

rozamiento de la máquina el esceso del peso de esta cantidad de agua, no tendrémos mas que averiguar estas 202,0077 libras, qué cantidad de potencia necesitarían si no hubiese rozamiento. Lo que conseguirémos, en atencion á que la rueda del aire y la del agua son iguales, sustituyendo en la proporcion ((*e*) § 171), en vez de Q, el valor 202,0077 libras; en vez de RO, su valor 5,5; y en vez de PC, su valor 20 pies; y se nos convertirá en
P : 202,0077 : : 5,5 : 20; que (§ 250 Ar. de Nr.) multiplicando los medios 202,0076, y 5,5, y partiendo el producto 1111,0424 por 20, resultan 55,55 libras para el valor de P; y como la cantidad de fuerza motriz empleada es efectivamente 80 libras, resulta que las 24,45 libras que se empléan mas hasta las 80 que se gastan en mover la noria cargada, son las que consumen los rozamientos, rigidez de las cuerdas &c. Ahora bien, segun el primer esperimento, para vencer todos los rozamientos, rigidez de las cuerdas &c. en la noria vacía en movimiento, se gastan 21 libras; luego resulta que el esceso de 3,45 libras, que se consumen, procede del peso de la cantidad de agua 202,0076 libras. Esto nos facilitará un medio para determinar los rozamientos en la noria, que aunque resultan de un solo esperimento, podrá servir con ventaja ínterin se rectifica por mayor número de ellos.

234 Con este objeto, debemos observar que segun las noticias que me suministró *Don Juan de Mata Morales*, el peso de la rueda del aire con su árbol, palanca, guia, cruces, riostras, y husillos si es de carro, se podrá graduar que pesan por punto general, como unas 15 á 16 arrobas; que es lo que pesarán todas las partes de la noria del convento de Jesus de esta Corte; y nosotros para calcular siempre quedándonos cortos en los resultados, supondrémos el valor máximo de las 16 arrobas. El árbol de dicha rueda se halla sujeto á la carrera por medio de una argolla de fierro, ó por una pieza de madera que, como ya hemos dicho, se llama *medio punto.* Se nota que el cabecéo es hacia el parage de la palanca; el cual se hace mas sensible cuando tiene mas holgura. El *Señor Mata* me dijo que nada tenía determinado ni observado sobre rozamientos; y á la verdad que en todo lo que hemos podido recolectar, no se hallan tampoco, ó al ménos yo no los he encontrado, esperimentos para espresar el rozamiento de un gorron vertical que gira sobre un tejuelo; mas, aun cuando los hubiese hallado, no se tienen esperinentos acerca del rozamiento de las materias compuestas de fierro y acero incorporados á partes iguales girando sobre ellas mismas: por lo

que me decidí á hacer los esperimentos referidos (230). La rueda del agua con su puerca ó cubo, cruces, aguadores y gorrones, se puede reputar que pesa como unas 20 arrobas; y este peso es el que aproximadamente tendrá la que nos ha servido para los esperimentos, y que aun nos va á servir de modelo para establecer una regla práctica, útil y ventajosa.

235 Cada una de las maromas de dicha noria, medida por mí el 6 de setiembre de 1832, tenía de largo 129 pies; pero el empalme de las llaves era de 13 pies; por lo que la estension de la maroma sin fin era de 116 pies. La semicircunferencia de la rueda tenía 15,7 pies; luego si los quitamos de los 116, quedan 100,3 pies; rebajando de esto el doble de 42,25, que hay desde el gorron de la rueda del agua á la superficie de nivel en el pozo, quedará 15,8 pies para la parte de cuerda metida en el agua.

236 En toda la estension de los 116 pies, hay 68 arcaduces; luego, para encontrar los que habrá debajo del agua, formarémos esta regla de tres. Si en 116 pies se hallan colocados 68 arcaduces; á 15,8 pies ¿cuántos arcaduces corresponden? y se halla (§ 250 Ar. de N.) que son 9. Luego quedan fuera del agua 59; cada uno de estos pesa 5 libras; luego entre los 59 pesarán 295 libras. Un arcaduz pesa dentro del agua 2,25 libras, que no llega á la mitad de lo que pesa en el aire; por consiguiente, el peso de los 9 arcaduces, que están dentro del agua, causarán una presion ó peso en los gorrones de la rueda del agua de 20,25 libras; las cuales reunidas á las 295 libras, que pesan los que están fuera, suman 315,25 libras, que hacen 12,61 arrobas.

237 *Cuatro pies y medio de maroma*, mojada como cuando sirve, pesan 12½ *libras*; lo que hace el que cada pie pese 2,778 libras. Fuera del agua hay dos trozos de cuerda ó maroma cada uno de 84,5 pies mas los 15,7 que tiene la semicircunferencia que está sobre la rueda del agua; que hacen 100,2. Supongamos, para atender á todo, que del espacio duplicado de las llaves, que hacen 26 pies entre todo se hallen 4,8 pies fuera; y tendrémos que toda la longitud de la maroma, que causa peso, tendrá unos 105 pies; y como son dos las maromas, entre las dos contendrán 210 pies, que, á razon de 2,778 libras cada pie, pesará toda la cuerda ó maroma que está fuera del agua 583,38 libras, que hacen 23,335 arrobas.

238 Resulta, pues, que la presion que se ejerce en el tejuelo de

la rueda del aire es. 16 arrob.ˢ

La que se ejerce en los gorrones de la rueda del agua es............	Por el peso de la rueda. . . .	20
	Por el de la maroma.	23,335
	Por el de los arcaduces (sin agua).	12,61

Total del peso de la máquina que está equilibrado...71,945 arrob.ˢ

Estas 71,945 arrobas causan (230....1.°) un rozamiento de 21 libras; luego *corresponde una libra de fuerza motriz, consumida por el rozamiento*, á 3,426 *arrobas de peso del que se equilibra;* ó lo que es lo mismo, *una arroba de peso causa* 4,67 *onzas de pérdida en la fuerza motriz*; y como siempre conviene entablar los cálculos de modo que mas bien resulte esceso de fuerza, tanto por esta causa como por la de presentar una regla práctica fácil de retener en la memoria, y de aplicar; podrémos establecer que *cada arroba de peso en las partes que se equilibran en la máquina, estinguen, aniquilan ó consumen* 5 *onzas de fuerza motriz por causa de todos los rozamientos, rigidez* &c. &c.

239 Veamos ahora la pérdida de fuerza motriz, que origina una arroba de peso de las que no se equilibran, esto es, del peso del agua que contienen los arcaduces fijos á la parte ascendente de la maroma. Para esto, recordarémos que el peso añadido de 202,0077 libras, que fué el del agua suspensa en los arcaduces, causó (233) una pérdida de fuerza motriz de 3,45 libras, que hacen 55,2 onzas; las 202,0077 libras hacen 8,0803 arrobas; si dividimos las 55,2 por 8,0803, nos resulta 6,83 onzas; esto nos quiere decir que *cada arroba de agua, suspensa en los arcaduces, origina una pérdida de fuerza motriz por causa de los rozamientos* &c. *de* 6,83 *onzas*, que, tanto para calcular siempre de modo que no falle la noria por falta de potencia motriz, como para sencillez en conservar los resultados en la memoria y hacer las aplicaciones, supondrémos que *sean* 7 *onzas, la cantidad de fuerza motriz, que causa de pérdida cada arroba de peso no equilibrado, que es el del agua contenida en los arcaduces.* Aquí observamos que una arroba de peso no equilibrado causa mayor rozamiento que una de peso equilibrado; lo cual debe así verificarse: porque el peso del agua en los arcaduces, para equilibrarse con la fuerza en el punto de engrane de la rueda del agua con la del aire, necesita una potencia algo mayor, que el peso de dicha cantidad de agua; pues que obran en razon inversa del brazo de palanca; y el brazo de palanca á cuyo estremo obra el agua se compone de la distancia del eje ó centro de los

arcaduces á la circunferencia de la rueda del agua y del radio de esta; y el brazo de palanca á que obra la potencia trasmitida al punto de engrane es el radio de la rueda del agua; y esta fuerza que se ejerce en dicho punto de engrane, debe causar tambien presion, no solo sobre los gorrones de la rueda del agua, sinó sobre el tejuelo de la rueda del aire.

240 Cuando se tenga un número mayor de observaciones y hechos, se tomará un término medio entre todos los resultados, y el valor que se obtenga es el número que deberá tomarse en vez de las 5 y 7 onzas que acabamos de determinar. En el ínterin podrá servir lo que acabamos de obtener, aunque deducido de un solo hecho; *en el concepto de que* por este procedimiento que proponemos, *se obtendrán resultados mucho mas aproximados á la verdad*, *que si despreciásemos*, como hacen unos, *los rozamientos*, *ó los calculásemos* como hacen otros, *por el tercio de la presion*, ó *de la fuerza* motriz ó de la resistencia.

241 Veamos lo que resultaría suponiendo que por el rozamiento se deba añadir el tercio de la resistencia que hay que vencer, como se hace pág. 446 del tomo 14 del *Diccionario Tecnológico*, que es el único parage donde se halla alguna indicacion de querer calcular la relacion de la fuerza con la resistencia en la noria. En efecto, en el parage citado, se dice. "El peso de los cubos ó cangilones, y de las cadenas, cuerdas ó maromas se equilibra por ambas partes: si hay 30 cubos, á saber, 15 de cada lado, conteniendo cada uno 20 litras de agua, el peso que se debe elevar es de 300 quilógramas; y poniendo 100 por el rozamiento, la fuerza motriz debe ser capaz de elevar 400 quilógramas; y si se quiere que la fuerza de un hombre baste para este esfuerzo, será necesario dar dimensiones convenientes á la rueda y á la cigüeña. Por ejemplo, el radio de la rueda siendo cuatro veces el del tambor, y el radio de la cigüeña décuplo del del piñon, el esfuerzo no será sinó de 10 quilógramas, que un hombre puede ejercer sin fatiga. Estos números, tomados arbitrariamente, se ponen aquí solo como ejemplo de cálculo; porque la construccion varía de mil maneras."

Si en virtud de esto, se quisiese determinar la fuerza motriz, que que se necesitaba en nuestro caso, deberíamos añadir á las 202,0077 libras de agua, qué contienen los arcaduces, su tercera parte que es 67,3359, y tendríamos que la resistencia que habría que vencer estaría espresada por 269,3436 libras. Sustituyendo este valor por Q en la proporcion ((*e*) § 171); 5,5 por RO y 20 por PC, tendrémos $P : 269{,}3436 :: 5{,}5 : 20$, que multiplicando los términos

medios 269,3436 por 5,5 y dividiendo el producto 1481,38980 por 20, resulta 74,06949 libras para la potencia motriz que se requería; y habiéndonos dado á conocer nuestro esperimento segundo que se necesitan 80 libras, tenemos aquí cerca de 6 libras de ménos en la potencia motriz. Y como en general toda máquina se debe calcular de modo que jamas falle por falta de fuerza motriz, resulta que este método nos inducía á error en la parte mas esencial. Luego tenemos aquí un nuevo hecho, por el cual nos confirmamos en que *lo poco que existe acerca de la teoría de la noria, como ya hemos dicho* (178), *es erróneo.*

242 Si supusiéramos que el rozamiento era el tercio de la presion, como algunos interpretan en la práctica, siendo aquí la presion de 71,945 arrobas, deberíamos tener para el rozamiento mas de 23 arrobas; y como sabemos de positivo que solo es 21 libras, se nota el sólido fundamento de cuanto hemos asegurado (240).

243 *De aquí resulta, que para el cálculo de la cantidad de fuerza motriz que consumen los rozamientos en la noria, se podrá establecer la regla siguiente. Determínese cuanto pesa la rueda del aire con su árbol, palanca, guia, &c. Averígüese tambien lo que pesa la rueda del agua con todos sus enseres ó partes de que se compone. Indáguese cuanto es el peso de la cuerda que hay superior á la superficie del agua en el nivel del pozo. Determínese tambien cuanto pesan los arcaduces, teniendo presente que los que están dentro del agua pesan un poco ménos de la mitad de los otros; súmense todas estas partidas ó pesos parciales, espresados en arrobas españolas; multiplíquese el número de arrobas que resulte por 5; y el producto espresará en onzas de la libra española la cantidad de fuerza motriz que causa de pérdida el rozamiento de toda la máquina sin cargar, ó el peso de toda la máquina que está equilibrado.*

244 El conocimiento que tenemos de que una arroba de peso del agua contenida en los arcaduces, origina 7 onzas de pérdida por causa del rozamiento, nos podría servir análogamente para determinar la cantidad de fuerza motriz que destruye el rozamiento de toda el agua suspensa en los cajones ó arcaduces; mas como esta cantidad de agua no se puede conocer sinó suponiendo ya determinada la potencia que lleva envuelta la pérdida del rozamiento, es preciso que sigamos otro rumbo, indagando esta cantidad de agua atendiendo ya al rozamiento, rigidez de las cuerdas &c. Para esto, observarémos que, averiguado por el peso de todas las partes de la máquina, la

cantidad de fuerza motriz que estinguen, consumen, destruyen ó aniquilan los rozamientos, restada de la potencia que se empléa, se tendrá la potencia líquida que se necesita para equilibrarse, por el intermedio de la máquina, con el peso del agua de los arcaduces ó cajones, y el rozamiento que causa esta cantidad de agua. Llamando x el peso del agua que buscamos, espresado en libras; como cada libra produce una pérdida de fuerza motriz equivalente á 0,017 de libra *, se tendrá que el verdadero valor de Q en la proporcion ((*e*) § 171) será $x+0{,}017x=1{,}017x$. Sustituyendo este valor por Q en dicha proporcion, se convierte en $P : 1{,}017x :: RO : PC$; que multiplicando estremos y medios é igualando estos productos (§ 246 Ar. de N.) se tendrá $RO.1{,}017x=P.PC$; que dividiendo por $1{,}017.RO$, quedará $x=\dfrac{P.PC}{1{,}017.RO}$ (H); la cual suministra esta regla sencilla para la práctica: *Multiplíquese el valor líquido, que ya ha resultado para la potencia espresado en libras despues de rebajada la cantidad de fuerza motriz, perdida por los rozamientos en virtud de la regla* (243) *por la longitud del brazo de palanca, y el producto divídase por el del número constante* 1,017 *por la distancia del centro de gravedad ó eje de los arcaduces ó cajones al centro de la rueda del agua; y el cociente espresará en libras españolas la cantidad de agua que deberán contener los arcaduces ó cajones que estén sobre el nivel del agua del pozo en la parte ascendente de la maroma.*

245 Entendido esto, pasemos á determinar las dimensiones de todas las partes de la noria, y demas circunstancias, atendiendo á las diferentes profundidades á que el nivel del agua en el pozo se halle respecto del eje ó centro de la rueda del agua. Y con el objeto de hacerlo con todo el grado de rigor que conviene, debemos aun hacer observar que *la maroma no se arrolla precisamente á la circunferencia de la rueda del agua, sinó á un polígono inscripto en dicha circunferencia, de un número de lados espresado por el nú-*

* Porque hemos visto (239) que una arroba, que tiene 25 libras, causa una pérdida por el rozamiento de 7 onzas, que hacen $\frac{7}{16}$ de libra; y una libra causará una pérdida por causa del rozamiento de $\frac{7}{16.25}=0{,}017$ de libra.

mero de aguadores de la rueda del agua. Esto causa algun mas trabajo para el cálculo; mas con el fin de facilitar al lector las aplicaciones, voy á hacer de modo que este esceso de trabajo recaiga solo en mí, y que el propietario, labrador ó constructor se lo encuentre hecho; y no tenga mas que valerse de los resultados que obtengamos en el caso particular en que se halle.

Profundidad de 10 *pies.* Principiemos por el caso de ser la profundidad del agua en el pozo de 10 pies, esto es, supongamos que el centro de la rueda del agua se halle 10 pies mas alto que el nivel del agua en el pozo; pues aunque en este caso la noria es la máquina mas desventajosa, como hemos visto (179), sin embargo, lo harémos por ser esta la profundidad de la noria de que habla *Rozier* segun hemos dicho (177). Y habiéndonos fijado (214) en 0,25 para la distancia del centro de gravedad ó eje de los arcaduces ó cajones á la circunferencia esterior de la rueda del agua, el radio de esta quedará determinado, en virtud de lo espuesto (209), *multiplicando la profundidad* 10 *pies por* 0,25; lo que nos dará 2,5; y estrayendo de esto la raiz cuadrada (§ 228 Ar. de N.), tendrémos 1,581 pies para el radio de la rueda del agua; cuya circunferencia (§ 505 cor. I. T. E.) será 9,9337 pies, que hacen muy cerca de 159 dedos. Dando de alto á cada cajon $\frac{3}{4}$ de pie, que son 12 dedos ó 9 pulgadas, hay para poder aplicar á esta circunferencia un octógono ó polígono regular de 8 lados, en el cual el lado correspondiente al octógono lo hallarémos en virtud de la tabla de la nota del (§ 34 Lib. 3.º) por la siguiente proporcion 1,0824: 0,8284 :: 1,581 : al lado del octógono, que se halla (§ 250 Ar. de N.) ser 1,21 pies, que hacen 19,36 dedos; poniendo 8 aguadores de 2 dedos de ancho, y dedo y cuarto de grueso, porque aquí hay pocos, de modo que la distancia del medio de un aguador al medio de su inmediato sea de 19,36 dedos, quedará de hueco entre la orilla de dos aguadores consecutivos 17,36 dedos; teniendo de alto el cajon 12 dedos, se puede colocar con cierta maña, de modo que dejando 2,36 dedos, entre el aguador próximo al fondo del cajon, para poderlo asegurar á la maroma, que aquí podrá ser mas delgada, y contando con el grueso del fondo del cajon, quedan 3 dedos por la parte superior, para que vierta el agua; y si la pared interior del cajon, por donde ha de verter el agua, se halla terminada en corte y con un poquito de convexidad, se conseguirá que el agua caiga en la artesilla, sin tropezar en los aguadores.

246 Desde la línea superior de un cajon hasta la línea superior

del cajon inmediato habrá la distancia de 19,36 dedos. Los 10 pies de profundidad contienen 160 dedos; por consiguiente dividiendo 160 por 19,36 hallarémos el número de cajones que se podrán colocar en toda la altura del centro de la rueda del agua sobre el nivel de la del pozo, y resultan 8,26 cajones, esto es, habrá 8 cajones fuera del agua, y ademas habrá 0,26 de otro cajon, que viene á ser la cuarta parte de un cajon, tambien fuera del agua; y ademas quedarán dos cajones aplicados sobre los lados del octógono que forma la rueda; luego en todo habrá 10,26 cajones llenos en la parte ascendente de la maroma. Por consiguiente, la parte de potencia consumida será solo proporcional al agua que haya en estos cajones; y como cada uno contiene $\frac{3}{8}$ de pie cúbico español ó 17,625 libras, entre los 10,26 contendrán 180,8325 libras. Si quisiéramos determinar la potencia motriz, que se necesita emplear por la proporcion ((*e*) § 171), no tendríamos mas que sustituir por Q esta cantidad en dicha proporcion; por RO el valor del radio de la rueda del agua, que hemos hallado ser 1,581 pies, mas 0,25 que es la distancia que hay desde el centro de gravedad ó eje del cajon á la circunferencia esterior de dicha rueda, de modo, que el valor de RO, que debemos sustituir por esta línea será $1{,}581 + 0{,}25 = 1{,}831$; y por PC deberémos sustituir el brazo de palanca 20; con lo cual tendrémos $P : 180{,}8325 :: 1{,}831 : 20$; y para encontrar el valor de P no tendríamos mas que (§ 250 Ar. de N.) multiplicar los términos medios 180,8325 y 1,831 y dividir el producto 331,1043 por 20; lo que da 16,555 libras. Resulta, pues, que *si* á una noria de estas le pusiéramos una caballería de las que en España se llaman *caballería mayor*, cuyo esfuerzo es en un segundo (por el n.° 17 de la tabla 2.ª § 151 Lib. 5) es 89,14 libras, se desperdiciaban 72,585 libras de esfuerzo por segundo, que es mas del cuádruplo del esfuerzo ejercido. He aquí, pues, un orígen de no llegar el *efecto útil* de la noria, de que habla *Rozier*, á ser la quinta parte de la fuerza empleada: lo que comprueba cuanto hemos manifestado (179).

247 Necesitamos, pues, en este caso, para no desperdiciar la fuerza motriz, ó emplear ménos cantidad de potencia, ó hacer que esté ménos favorecida, por efecto del mecanismo ó composicion de la máquina, ó emplear simultáneamente estos dos medios.

El disminuir el brazo de palanca no conviene si se ha de hacer uso de caballería mayor, porque en este caso se pierde potencia. Para demostrarlo, supongamos primero que la caballería gire en un

círculo cuyo radio sea 20 pies: como la longitud del tiro la hemos medido y es (230) $7\frac{1}{2}$ pies, y esta distancia encurvada en una circunferencia de 20 pies de radio corresponde (§ 507 I. T. E.) á un arco de 21° y 29′. Por lo que el ángulo *COP* (fig. 63 lám. 5) será de 21° y 29′, y el *CPO* que forma el brazo de palanca con la cuerda *CP* que se tire desde el medio de los encuentros de la caballería al punto de palanca donde se fija el balancin, será (§§ 386*e* cor. 1.° y 366 I. T. E.) de 79° y 15,5′. Por consiguiente, este vendrá á ser el ángulo que forme con el brazo de palanca, la línea que se tire desde los encuentros de la caballería al punto donde está el anillo en que se fija el balancin; y suponiendo que *CP* (fig. 63) representa la magnitud de la fuerza y la descomponemos en otras dos, á saber *Cm* y *Cn*, una perpendicular á la palanca *OP* y otra paralela; la *Cm* será la que se aproveche; y la *Cn* se pierde enteramente; si redujéramos, por ejemplo, á la mitad el brazo de palanca, y supusiésemos el balancin en *p*, siendo la distancia de los encuentros de la caballería al balancin la misma, resultaría que el cuerpo del animal se tendría que encurvar mas, y por consiguiente ir con mas fatiga; y por otra parte, tirando desde los encuentros de la caballería una línea *cp* al punto en que el balancin está fijo á la palanca, esta línea será mucho mas oblicua que en el caso anterior; y si suponemos que dicha línea represente la magnitud del esfuerzo ejercido y la descomponemos en dos fuerzas, una perpendicular y otra paralela á la palanca como cm' y cn'; la cm' espresará la parte de fuerza que se aprovecha, y la cn' la que se desperdicia: donde aparece que la cn', que ahora se pierde, es mucho mayor que la *cn* que ántes se perdía; y la cm' que ahora se aprovecha es menor en $\frac{1}{11}$ respecto de la *cm*. Resulta, pues, que usando de caballería mayor no conviene disminuir el brazo de palanca.

248 Si en vez de caballería mayor, se usase de caballería menor, podríamos suponer que una de estas ejercía por lo regular un esfuerzo de 50 libras en un segundo; y para determinar la longitud del brazo de palanca á que se debería aplicar, para equilibrarse con la resistencia de 180,8325 libras que hay que vencer, sustituiríamos en la (ec. (*e*) § 171) 50 libras en vez de *P*; 180,8325 en vez de *Q*; y 1,831 en vez de *RO*, y solo quedará indeterminada la *PC*, y tendrémos 50 : 180,8325 :: 1,831 : *PC*.

Y hallamos (§ 250 Ar. de N.) que *PC* debe ser 6,622; lo cual es muy poco, y la caballería trabajaría con fatiga. Por lo que, se debería elegir una caballería menor de las mas miserables; y supo-

niéndola que solo ejerciese 35 libras de esfuerzo, sustituyendo este valor en vez de 50 en la proporcion de arriba y sacando el valor de *PC*, resulta por el mismo procedimiento *PC* igual con 9,46 pies, que es una longitud de palanca regular para este motor. En vez de una borriquilla podría usarse de dos ó tres perros, de dos ó tres carneros ó cabras, con lo cual podría disminuirse el brazo de palanca hasta unos 5 ó 6 pies. Mas sin perjuicio de que nosotros aconsejamos que se ensayen todos estos procedimientos, y se hallarán resultados muy ventajosos empleando cabras de las que se tienen para suministrar leche en las poblaciones, enseñándolas convenientemente, nos vamos á dirigir á buscar un medio de no desperdiciar ninguna fuerza, haciendo uso de una caballería menor regular; pues la Mecánica nos ofrece medios espeditos y fáciles de conseguirlo. Tambien podría establecerse, poner una sola rueda del aire y dos ruedas del agua que engranasen en puntos de la rueda del aire enteramente opuestos; lo cual no produciría grandes gastos á causa de estar tan somera el agua en el pozo. Pero, independientemente de todos estos recursos, que aunque aconsejamos que se ensayen, no los proponemos por regla general, vamos á indicar lo que se puede ejecutar haciendo uso de una de las caballerías menores regulares, que abundan por todas partes; cuyo esfuerzo lo supondrémos de 50 libras y su paso de $2\frac{1}{2}$ pies por segundo; y para que obre con desembarazo y no se pierda potencia, se deberá aplicar á un brazo de palanca de 12 pies; y tambien indicarémos otro medio para conseguir el mismo objeto con una caballería mayor.

249 Para tener en consideracion los rozamientos &c., en la práctica, se podrán pesar las piezas de todas las partes, en cuya investigacion no se necesita un gran rigor, puesto que una arroba de error en el peso de estas partes no podría causar mas que un error de 5 onzas en la valuacion del rozamiento; por lo que supondrémos aquí que el peso de todas las partes de la noria sea unas 35 arrobas; lo cual producirá en los rozamientos, á razon de 5 onzas por arroba, 175 onzas que hacen un poco ménos de 11 libras, y que supondrémos sean las 11 libras justas, para que el cálculo del rozamiento salga mas bien mayor; deberémos quitar, pues, de las 50 libras de potencia motriz que suponemos en la caballería, estas 11 libras, y quedarán 39 para la potencia efectiva. Aquí conocemos la cantidad de agua que han de contener los cajones, que es 180,8325 libras que hacen 7,2333 arrobas, que á razon de 7 onzas por arroba, hacen unas 51 onzas, ó 3 libras y 3 onzas, las cuales

restadas de las 39 que nos quedaban, resultan 35 libras y 13 onzas para la potencia efectiva. Aquí tenemos que la relacion de la potencia á la resistencia, es la de 35,8125 á 180,8325 que viene á ser la de 1 á 5,05; y la relacion de $RO = 1,831$ á $PC = 12$, es la de 1 á 6,5 que distan mucho de ser iguales, pues que la una viene á esceder á la otra en una tercera parte. Luego en este caso resultaría todavía como un tercio de pérdida en la potencia motriz. Si disminuyéramos mas el brazo de palanca, resultaba tambien pérdida; luego el arbitrio que nos queda, es hacer *que la rueda del aire sea mayor que la del agua*; en cuyo caso esta se moverá mas veloz y hará que suba mayor cantidad de agua. Para encontrar el valor justo del radio de la rueda del aire, sustituirémos en la (ec. *A* § 170), en vez de *PC*, 35,8125 libras; en vez de *Q*, 180,8325; en vez de *RO*, 1,831; en vez de *PC*, 12; y en vez de *rO* su valor 1,581; y solo quedará indeterminado el radio *Cr* de la rueda del aire; con lo cual la espresada ecuacion se nos convertirá en $35,8125.12.1,581 = 180,8325.1,831.Cr$; ó efectuando las operaciones y poniendo el segundo miembro por primero, será $331,1043.Cr = 679,43475$; que dividiendo el segundo miembro por lo que multiplica á *Cr*, tendrémos $Cr = 2,052$ pies; y el número de dientes ó puntos que deberían hacerse en esta rueda, debería guardar con el de la rueda del aire esta relacion de 2,052 á 1,581, que es aproximadamente la de 5 á 4.

Veamos ahora las vueltas que dará la rueda del agua en cada vuelta de la caballería; para esto no hay mas que dividir el radio 2,052 por 1,581; lo que da 1,298. La circunferencia que traza la caballería, se halla (§ 505 cor. I. T. E.) multiplicando 6,28318 por 12 que es el radio, y será 75,398 pies; y como suponemos que en cada segundo anda 2,5 pies, tardará la espresada caballería menor en andar la circunferencia 30,159 segundos. Por consiguiente, en una hora que tiene 3600 segundos, dará 119,37; y como mientras la caballería da una vuelta, dará la rueda del agua 1,298; si multiplicamos 119,37 por 1,298, tendrémos que el producto 154,94226 espresará las vueltas que da la rueda del agua; y como en cada vuelta se derraman ocho cajones de agua, y cada cajon contiene 17,625 libras de dicho líquido, resulta que en cada vuelta se elevarán 141 libras de agua; y en las 154,94 vueltas que se dan en una hora, se elevarán 21846,86 libras de agua; y en las 7 horas que podrémos suponer que trabaja dicha caballería menor sin fatigarse, elevará 152928 libras de agua, que hacen 3253,8 pies cúbicos,

con los cuales se puede regar diariamente 0,154 de fanega de tierra del marco real; y como en el cultivo mas esmerado de huerta basta regar de ocho en ocho dias, resulta que con esta cantidad de agua se puede regar cómoda y abundantemente una huerta que tuviese mas de una fanega del marco real.

250 Para averiguar el *efecto útil* en esta noria, debemos hacer ántes una observacion. Por lo general, á la puerca ó cubo de la rueda del agua se le da un grueso desmesurado; lo cual origina el que la artesilla deba estar algo mas elevada, para que gire libremente por debajo de ella la puerca ó cubo de la rueda del agua. Esto produce desventaja por una parte y ventaja por otra. La desventaja consiste en que mientras mas alta se ponga la artesilla, su longitud será menor; pues ha de ser mas pequeña que la cuerda del arco de circunferencia que está sobre ella; y por consiguiente habrá mas diferencia entre dicha longitud y el diámetro de la rueda del agua, y será mayor la cantidad de agua que, al vaciarse los arcaduces, caiga fuera de la artesilla, volviendo al pozo con pérdida de toda la fuerza motriz empleada en hacerla subir. La ventaja consiste en que el agua de la artesilla se aprovecha á una altura mayor; pero esta ventaja es sumamente corta en comparacion del perjuicio que causa el agua que vuelve al pozo; y como esta pequeña ventaja se podría obtener elevando un poco mas el eje de la rueda del agua, resulta que bajo ningun aspecto conviene que la artesilla diste mucho del centro de la rueda del agua; y así para mí, no ofrece duda ninguna el que el eje de la espresada rueda debe hacerse de fierro para que tenga el menor diámetro posible; ó en caso que sea de madera, que solo tenga el diámetro necesario para sufrir la carga, el cual es mucho menor de lo que se acostumbra.

Esto no presenta ninguna dificultad, en virtud de las tablas del (§ 179 Lib. 5.). En efecto, aquí suponemos que el peso total de la máquina, incluyendo la rueda del aire, su palanca &c. es 35 arrobas; y el peso del agua suspendida en los arcaduces es 180,8325 libras que hacen 7,2 arrobas. Luego entre todo componen 42,2 arrobas, que aunque viene á ser un poco mas de 10 quintales y medio, sin embargo, reputarémos para calcular siempre con seguridad que sean 11 quintales; y suponiendo que el peso de la rueda del aire, palanca &c. sea de 3 quintales, quedarán 8 quintales para el peso que carga sobre los gorrones de la rueda del agua; y en virtud de la tabla 1.ª del (§ 179 Lib. 5) corresponde para los gorrones un diámetro de 1 pulgada y 8 líneas si es de fierro forjado; de 1 pul-

gada y 11 líneas si es de fierro fundido, y de 3 pulgadas si es de roble.

251 Veamos ahora el eje correspondiente. El diámetro del gorron, cuando es de fierro forjado, es 1 pulgada y 8 líneas, que hacen 1,667 pulgadas; la longitud del eje debe ser el ancho del pozo, que supondrémos el mismo de la noria (fig. 28 lám. 4.), en que la longitud de la puerca ó cubo es de 3 pies, que tienen 36 pulgadas; si dividimos 36 por 1,667 que es el diámetro del gorron, resulta que la longitud que tiene hoy la puerca, que es la que debe tener el eje, equivaldrá á 21,6 que es cerca de 22 veces su diámetro; por lo que en virtud de la tabla 3.ª del (§ 179 Lib. 5.) corresponde 1,185 al factor por el cual se debe multiplicar el diámetro del gorron, para que resista á la rotura, y 1,5 para el factor por el cual se necesita multiplicar el diámetro del gorron, para que el eje resista á la flexion; y como lo que nos acomoda es evitar no solo la rotura, sinó la flexion, el factor que debemos elegir es el 1,5; de donde resulta que multiplicando el diámetro del gorron que es 1,667 por 1,5, obtenemos 2,5 para el mayor grueso que se debe dar al eje de fierro forjado en su medio, que para mayor seguridad podrémos darle 3 pulgadas. De donde resulta que haciendo el eje de fierro forjado, de modo que en su medio tenga 3 pulgadas de diámetro, y que este vaya disminuyendo á proporcion que se acerque á los estremos, progresiva y suavemente hasta que por dichos estremos resulten los gorrones de 1 pulgada y 8 líneas, ó 1,667 pulgadas, se tendrá un eje de fierro que durará mas que todos los ejes de madera; pues que no está espuesto á podrirse; y de este modo el fondo de la artesilla, distando solo unas 2½ pulgadas ó 3 del centro de la rueda del agua, podrá ser casi igual en longitud al diámetro interior de la rueda, y se evitará casi completamente el que el agua vuelva al pozo. Si los gorrones fuesen de fierro fundido, corresponde al gorron 1 pulgada y 11 líneas, que hacen 1,917 pulgadas; este valor se halla contenido 18,8 veces en 3 pies ó 36 pulgadas, que es la longitud de la puerca ó cubo, y debe ser la del eje; buscarémos en la tabla el factor que corresponde á 20 veces para mayor seguridad; y hallamos el mismo número 1,5 para que resista á la flexion ó torsion. Por consiguiente, multiplicando 1,917 por este factor 1,5 tendrémos 2,876 pulgadas; por lo que haciendo un eje de fierro fundido de 3 pies de largo, que en su medio tenga 3 pulgadas de diámetro, y que vaya disminuyendo gradual y progresivamente hasta que, prolongándose sus estremos en forma cilíndrica, sean de 1 pulgada y 11 líneas de diámetro, se tendrá un eje

que no fallará ni por su medio, ni por cualquiera parte de su longitud, ni por los gorrones, esto es, que en parte ninguna se romperá, torcerá, ni doblará.

252 Acerca de las maderas, solo hemos puesto en dichas tablas la de *pinabete* y la de *roble*; porque no hemos encontrado mas datos. Con el fin de poder manifestar algo acerca de nuestras maderas y materiales de construccion, hice varias preguntas al *Señor Mata*; y me dijo lo siguiente. "Un eje de encina tiene el inconveniente de romperse en redondo de pronto, y de no poder aguantar ninguna compostura provisional; lo que no tiene el álamo negro; pues este aguanta cualquier compostura. De manera, que para ejes de coches, carros, norias &c. lo mejor es el álamo negro; el cual es preferible no solo á la encina, sinó al roble, acebuche &c. Para el agua resisten mas que el álamo negro, el moral y el enebro ó sabina; pero como estas maderas son mas raras, se prefiere el álamo negro que es el que por otro nombre se llama *olmo*. Los cubos de las ruedas deben ser de álamo negro y no de encina ni roble. Para rayos de ruedas podrá servir el acebuche y el fresno. Las pinas ó camones, que son las piezas de madera que forman la circunferencia de las ruedas sobre las cuales se ponen despues las *llantas de fierro*, son mejor de encina por la mayor resistencia. En paises donde no se encuentra el álamo negro, y sí roble, haya y castaño, se empleará el haya para cubos de las ruedas, rayos y pinas. Para ejes es mejor el roble; el castaño no tiene mucha resistencia.

» Los gorrones de las ruedas del agua en las norias de Jesus y del Retiro que están representadas en planta por las (figs. 28 lám 4, y 32 lám. 5) son de 2 pulgadas de diámetro. Las palomillas en que giran son de bronce campanil; se hallan embutidas en otros maderos de álamo negro, que tambien se llaman *palomillas*. No tienen disposicion, ni hueco ninguno para que sirvan de depósito al aceite, sinó que este se le echa por encima. Algunas veces, para resguardar el gorron del polvo, se le pone una teja encima. El horcate se hace de dos piezas de álamo negro, y resulta mejor que de una pieza; en lugar de colleras es mejor poner un costal de paja, que es mas suave para las caballerías.

» El tejuelo de la rueda del aire tiene un hueco para echarle el aceite. Los gorrones no conviene que sean de acero, porque saltan ó rompen fácilmente. A las palomillas de bronce companil en que descansan los gorrones, les suelen tambien llamar *tejuelos*. Las palomillas deben ser de bronce campanil, por la mucha resistencia que tie-

nen que sufrir. Con el uso, los gorrones van socavando las palomillas; pero no de arriba abajo, sinó en una direccion oblicua, acercándose la cavidad al parage por donde se aplica la potencia. Cuando el gorron está en el árbol vertical, se llama *gorron de abajo*, y cuando está en el eje horizontal se llama *gorron del árbol.*

»Si el tejuelo se hiciese de bronce y el gorron fuese de fierro, quedaría taladrado al instante el tejuelo. Esto es cuando es en seco; pero cuando las partes se han de mojar y deben estar siempre bañadas de agua, entónces pueden ser los tejuelos y palomillas de bronce, y los gorrones de fierro y acero, porque en este caso no se calientan tanto con el roce."

Esto nos proporciona una comprobacion de lo que hemos dicho (§ 178 Lib. 5), á saber: que en España hay maderas que resisten mas que en el estrangero; y que pues nuestro álamo negro ú olmo resiste mas que el roble, segun la mucha é ilustrada esperiencia del *Señor Mata*, resulta que aplicando á nuestro *álamo negro* los valores que en las espresadas tablas se ponen como relativos al roble, podemos tener una completa seguridad de que mas nos escedemos en proporcionar fuerza ó potencia que en disminuirla, para que no falle la máquina por falta de resistencia. En este concepto, veamos el grueso que debe tener real y efectivamente el eje de *álamo negro* para resistir á la presion en este caso. Ya hemos hallado, que al gorron de roble correspondía 3 pulgadas. Nuestro álamo negro resiste mas que el roble por lo que acabamos de manifestar; luego dando este mismo grueso al gorron, hecho de álamo negro, no habrá riesgo de que se rompa, doble, ni tuerza. Este diámetro 3 pulgadas del gorron se halla contenido 12 veces en 3 pies ó 36 pulgadas; por lo que podríamos hacer uso de un eje cilíndrico, en virtud de dichas tablas, de 3 pulgadas de grueso; pero para asegurarnos mas, podrémos dar al eje en su medio de 4 á 5 pulgadas; y yendo disminuyendo gradual y progresivamente dicho grueso hasta que en sus estremos concluya en dos porciones cilíndricas de 3 pulgadas para los gorrones, se tendrá una completísima seguridad de que dicho eje no fallará en parte alguna rompiéndose, doblándose, ni torciéndose.

253 Calculemos ahora el *efecto útil* de nuestra noria. Siendo el eje de fierro forjado, podrá estar el fondo de la artesilla 3 pulgadas mas alto que el centro de la rueda del agua; luego la altura á que esta se aprovecha es á los 10 pies de profundidad del nivel del agua en el pozo respecto del centro de la rueda del agua, mas estas 3 pulgadas, que en todo hacen 10,25 pies. Y como el agua elevada en

una hora es 21846,86; si multiplicamos esta cantidad por 10,25, tendrémos que *el producto dinámico* ó el *trabajo producido* en una hora equivale á elevar 223930 libras á un pie.

El esfuerzo que suponemos ejerce la caballería menor es de 50 libras en un segundo andando 2,5 pies; luego la fuerza ejercida en un segundo por la espresada caballería es equivalente á elevar 125 libros á un pie de altura en un segundo; y en los 3600 segundos que tiene la hora, equivaldrá la fuerza gastada por la caballería á la de elevar 450000 libras á un pie. Si dividimos 223930 por 450000, tendrémos la relacion del efecto producido á la cantidad de fuerza empleada; que es lo que se llama *efecto útil*; y resulta 0,4976 para el *efecto útil* de esta noria, construida con las mejoras que hemos manifestado.

254 Comparando este valor 0,4976 del *efecto útil* de nuestra noria perfeccionada con el 0,1669 que hemos obtenido (177) para el del caso que refiere *Rozier*, obtenemos que nuestro *efecto útil* es *cerca de tres veces mayor*; y como tanto *Rozier*, como todos los demas Autores que citan este caso, reputan por ventajosa la noria, no podrán ménos de reputar como ventajosísima la nuestra perfeccionada, que en este caso, que es el mas desventajoso, nos da un *efecto útil* cerca de tres veces mayor.

255 Pasemos ya á presentar el modo con que la *Mecánica* puede ofrecernos recursos aun en este caso tan desventajoso. Nosotros hemos procurado que todas nuestras mejoras se puedan comprender y realizar por los constructores actuales de norias; y hemos dicho que cuando nuestras artes del fierro se hallen mas adelantadas, se presentarán muchos medios aun mas ventajosos que los que proponemos; y que por ahora nos contentábamos con poner los que se hallan al alcance de todos los constructores. Sin embargo, como en este caso el hacer uso de una caballería mayor nos causaba pérdida de potencia, y por otra parte dicho caso puede ocurrir con mucha frecuencia, no solo en los usos de la Agricultura, sinó para desecar los terrenos pantanosos, y estraer las aguas en las construcciones hidráulicas, vamos á poner aquí un mecanismo que solo difiere de la noria en que el agua no vierte en la artesilla dentro de la rueda del agua, sinó en un depósito fuera, siendo todo lo demas del mecanismo igual á la noria, y que este podrá disponerse para una caballería mayor, sin pérdida de potencia motriz, y elevar una considerable cantidad de agua. El arbitrio de aumentar mas la velocidad de la rueda del agua para aprovechar toda la potencia de la caballería mayor, podría suce-

der que no surtiese buen efecto; porque aumentándose demasiado su velocidad, no se daría lugar á que se vaciasen los arcaduces ó cajones.

256 Veamos, pues, la disposicion de este nuevo mecanismo ó noria. Todo se reduce á que el corte de la rueda del agua y cajones tengan la forma que se ve en la (fig. 64 lám. 4). La rueda del agua, reemplazada por un polígono, podría estar cubierta por tablas ó ser de fundicion de fierro. Como el lado del octógono es (245) de 19,36; podrémos dar al ancho del cajon, esto es; á la dimensíon *ec* unos 17 dedos dejando los otros 2,36 dedos para repartirlos á los estremos de los cajones y poder colocar los goznes ó charnelas que unen la parte donde va cada cajon con su inmediato, aplicándose exactamente al ángulo del polígono que reemplaza la rueda. Estos cajones por la parte superior tienen el plano inclinado *mn* para verter el agua, y á fin de que no se derrame, al empezar á inclinarse este plano, tendrá por sus costados unas tablas ó chapas metálicas segun de lo que se hagan, que por la parte superior representen un arco de círculo por ambos costados, á fin de que, al empezar á inclinarse, no pueda caer ninguna gota al pozo, sinó cuando ya haya pasado del punto superior, en cuyo caso ya principia á descender, y sale por el espresado plano inclinado; aquí, para favorecer mas la salida, convendría que en el fondo de los cajones hubiese una válvula, como señalamos en el cajon *a*, para favorecer el descenso del agua y que caiga dentro del depósito *M*. El hueco interior *rs* de los cajones deberá ser de medio pie, ó 0,5 de pie, á fin de que podamos suponer que el centro de gravedad del agua dista de la superficie del polígono $\frac{1}{4}$ de pie ó 0,25. La longitud de los cajones podrá ser indeterminada, para que se contenga toda el agua que sea capaz de elevar la caballería mayor. Como los 10 pies de altura tienen 160 dedos; y cada cajon con sus goznes &c. ocupa 19,36 dedos, habrá 8,26 cajones fuera del agua, esto es, habrá 8 cajones y un poco mas de la cuarta parte de otro cajon. Dos habrá aplicados á los lados *f*, *g*; luego en todos habrá 10 cajones llenos y las veintiseis décimas partes de otro cajon. Pero en la posicion que tiene la figura, el cajon *l* todavía conserva toda su agua; y como se halla simétricamente colocado con el *g*, respecto del punto *i*, que podemos considerar como su punto de apoyo, resulta que el peso del agua del cajon *g*, se equilibrará con el del agua del cajon *l*, y no tendrémos que considerar mas de un cajon, de los dos que están sobre el cuadrante superior ascendente de la rueda del agua.

Cuando uno de los cajones se halle horizontal en la parte superior

de la rueda del agua, este solo ejerce su presion sobre los gorrones de dicha rueda, y solo estinguirá en la potencia motriz una parte proporcional con el rozamiento, á razon de 5 onzas por arroba. Entónces, el cajon *l* habrá empezado á vaciar; pero toda el agua que contenga, se equilibrará con una parte igual del cajon *f*. Luego resulta que, en dicha disposicion, solo tenemos que considerar, para equilibrarse con la potencia motriz, el peso de un cajon de los que están aplicados al cuadrante superior ascendente de la rueda del agua; por lo que, para equilibrarse con la fuerza motriz, solo deberémos considerar el agua contenida en 9,26 cajones. Mas, para tener nosotros en consideracion la parte de fuerza motriz, que en virtud de los rozamientos estingue en la potencia, la presion que ejerce el peso del agua que se equilibra, y con el fin de calcular los rozamientos, mas bien por esceso que por defecto, para que el resultado final nunca falle por falta de potencia motriz, supondrémos que el peso de la cantidad de agua que se tendrá que equilibrar con dicha potencia motriz, sea el del agua contenida en 9,6 cajones. En este concepto, para determinar la longitud que se debe dar á estos cajones para que contengan el agua necesaria para equilibrarse con la potencia, supongamos que el peso de toda la máquina, escepto el del agua, sea de 40 arrobas: cosa que se puede conocer pesando las piezas separadamente ántes de unirlas; y repetimos que no se necesita en esto una exactitud estraordinaria, pues que una arroba de error en el peso, puede causar solamente 5 onzas de error en la potencia. Y como cada arroba de peso equilibrado, es decir, de todas las partes de la máquina, escepto el agua, origina 5 onzas de pérdida en la potencia motriz, las 40 arrobas originarán 200 onzas de pérdida; las cuales rebajadas de las 89,14 libras á que equivale la fuerza motriz de la caballería, quedan líquidas 76,64 libras para equilibrarse con la cantidad de agua suspendida en los arcaduces ó cajones; y para determinar cuanta debe ser esta cantidad de agua, contando con los rozamientos, harémos uso de la (ec. *H* § 244) ó de la regla práctica que allí hemos deducido. Por lo que, multiplicaré las 76,64 libras de potencia efectiva que me ha quedado, despues de rebajado el rozamiento de las partes que se equilibran, por 20 que es la longitud del brazo de palanca *PC*, y tendré 1532,8; este producto lo deberé partir por el producto del número constante 1,017 por 1,831 (§ 246) que es 1,862127. Dividiendo el 1532,8 por 1,862127 resulta 823,14 libras, las cuales repartidas en 9,6 cajones corresponde contener cada cajon 85,74 libras; y como el pie cúbico de agua

pesa 47 libras, resulta que cada cajon deberá contener 1,824 pies cúbicos.

Ahora bien, la figura del cajon que ha de contener el agua es prismática rectangular; por consiguiente su cabida ó volúmen se hallará (§ 397 cor. I C) multiplicando sus tres dimensiones largo, ancho y alto; el ancho interior *rs* del cajon súponemos que sea medio pie, esto es 0,5 de pie; pues hemos supuesto que su centro de gravedad se halle solo 0,25 que es su mitad, distante la circunferencia de la rueda del agua; el alto *rt* del cajon le supondrémos de 12 dedos, dejando lo demas hasta los 17 dedos que tiene *ec* para que cuando empiece á inclinarse el cajon no principie á derramar el agua hasta llegar al parage donde está el depósito *M* que ha de recibirla. Éstos 12 dedos reducidos á pie, dan 0,75 de pie: la longitud del cajon, esto es, la distancia que hay desde *s* hasta el lado opuesto, que es la que buscamos, la llamarémos x; por consiguiente, la cabida ó el volúmen del cajon estará espresado por el producto de x por 0,5 que es el valor de *rs* y por 0,75 que es el de *rt*; ó efectuando la multiplicacion de 0,5 por 0,75, resulta que la cabida del cajon estará representada por $0,375.x$; luego igualando este valor con el 1,824 que debe ser el volúmen de la cantidad de agua que ha de contener, se tendrá $0,375.x=1,824$; y dividiendo el 1,824 por 0,375 resultará, que la longitud que se deberá dar al cajon, será 4,864 pies, que hacen 4 pies 10 pulgadas y 4 líneas; por lo que dando á la longitud del cajon 4 pies 10 pulgadas y 4 líneas, tendrémos en este caso, que es de los mas desventajosos, dispuesta una noria sin que se pierda cantidad en fuerza motriz. Esta longitud de los cajones parecerá acaso escesiva: pero si se tiene en consideracion lo que hemos dicho al tratar de las ruedas hidráulicas (sec. 3 cap. 2 Lib. 5) se verá que, tanto aquí como allí, conviene que la longitud del cajon sea la mayor posible para cada ancho dado. En este caso, no se puede temer que cabecée la máquina, pues la que en la noria ordinaria se llama *rueda volandera*, que no está sostenida, para dejar el espacio de la artesilla, puede estarlo aquí con tanta solidez por un lado como por el otro. Tambien se puede hacer que, en la rueda del agua de la noria ordinaria, la volandera tenga apoyos sólidos sobre el estremo del eje ó principio del gorron, dando una cierta convexidad á estos rayos ó cruces para que no choque ó roce con la tabla de la artesilla que se pone un poco hácia afuera, con el objeto de que no rebote el agua, bien que por nuestra construccion no hay necesidad de que este lado de la artesilla sobresalga nada

de la volandera; y podría estar toda en lo interior y hacer que la rueda volandera quede tan firme y asegurada como la otra.

257 En cuanto al engrane, se debe hacer como en la (fig. 56 lám. 3) por las razones dadas (218); pues aunque la Mecánica puede suministrar infinitos medios, este es el mas adecuado por cuanto siempre resultan mejor los efectos cuanto mas próxima se aplica la potencia respecto de la resistencia. En cuanto á la forma de la rueda, podrá componerse solo de chapas de fierro ó listones de madera sobre que reposen los cajones, esto es indiferente, y el constructor podrá atemperarse á los materiales que le suministren mas ventajas con menor peso y coste en cada localidad; pero nosotros repetimos que cuando las artes del fierro se hallen mas adelantadas, y la fundicion de este metal se tenga con abundancia, todo esto deberá hacerse con fierro fundido, y resultarán de ello muchísimas ventajas.

258 Veamos ahora la cantidad de agua que producirá en una hora esta noria. Como aquí la rueda del agua da tantas vueltas como la caballería, se tardarán (183) 35,904 segundos en cada vuelta; y en 3600 segundos que tiene la hora, darán, tanto la caballería como la rueda del agua 100,27 vueltas. En cada vuelta se derramarán 8 cajones; y como cada cajon contiene 1,824 pies cúbicos, entre los 8 derramarán 14,592 pies cúbicos; y en las 100,27 vueltas se derramarán 1463,13984 pies cúbicos; y en las 8 horas que puede trabajar la caballería mayor, elevará 11 705 pies cúbicos de agua, con los cuales habrá para regar cada dia mas de media fanega de tierra del marco real; y como aun en el cultivo mas esmerado de huerta, basta con regar de 8 en 8 dias, resulta que por este procedimiento se podrá regar sobradamente una huerta de mas de cuatro fanegas de tierra del marco real, siendo muy pocas las huertas de tanta cabida. Y si el agua abundase, como por ejemplo sucedería en las inmediaciones de un rio, arroyo, &c. se podría tener en continua actividad la noria, remudando las caballerías; en cuyo caso con una de estas máquinas y tres caballerías se podrían regar mas de 12 fanegas de tierra del marco real, si se destinaban á huerta ó jardin; unas 15 fanegas si se destinaban á prados artificiales y todos los árboles frutales; y mas de 45 fanegas si se destinaban á moreras, viñas, olivares y parte á prados artificiales.

259 Para calcular el *efecto útil* de esta máquina, observarémos que 1463,13984 pies cúbicos de agua que se elevan en una hora, á razon de 47 libras que pesa cada uno, hacen 68767,57248 libras. Supongamos que esta agua se aproveche á la misma altura

que el centro de la rueda del agua, por consiguiente es á 10 pies respecto del nivel del agua en el pozo; y tendrémos que multiplicando 68767,57 por 10, resultará que el *efecto producido* equivale á elevar 687675,7 libras á un pie de altura. Ahora, la cantidad de fuerza empleada en un segundo es 89,14 libras elevadas á 3,5 pies, que hacen 311,99 libras elevadas á un pie; y multiplicando esto por 3600 segundos que son los que tiene una hora, resulta que toda la fuerza motriz empleada en dicha hora será equivalente á elevar 1123164 libras á un pie de altura. Si dividimos por este número el 687675,7 libras á que equivale el efecto producido, nos resultará 0,612 para el *efecto útil.* Valor que es tambien mucho mayor que el que da la noria de que habla *Mr. Rozier* (177), pues equivale á 3,7 veces aquel.

260 *Profundidad de* 15 *pies.* Cuando el suelo ó piso donde se ha de colocar el centro de la rueda del agua, se halla 15 pies mas alto que el nivel del pozo, debemos multiplicar 15 por 0,25; pues suponemos siempre que el centro de gravedad de los cajones ó arcaduces diste un *cuarto de pie* de la circunferencia esterior de la rueda del agua; y estrayendo la raiz cuadrada (§ 233 Ar. de N.) obtendrémos (209) el valor del radio de la rueda del agua que es 1,9365, y su circunferencia (§ 505 cor. I. T. E.) 12,167 pies que hacen 194,7 dedos. Aquí podrémos colocar 9 lados en el polígono y por consiguiente 9 aguadores en la rueda. La longitud que deberá tener el lado de este eneágono, quedará determinada (nota del § 34 Lib. 3.º) por la siguiente proporcion 1,0642: 0,7279:: 1,9365: al lado del eneágono, que se halla (§ 250 Ar. de N.) 1,3246 pies ó 21,2 dedos; quitando 2 dedos para el espacio de los aguadores, queda vacío entre aguador y aguador 19,2 dedos; el cajon tiene de alto 12 dedos; luego hay de hueco 7,2 dedos; y dando los 3,2 de hueco al colocar el cajon entre el fondo y su aguador inmediato, quedan 4 dedos por la parte superior, lo que es muy bastante para que se vacie el cajon sin que el agua choque contra el aguador inmediato ó su boca. Colocándose todos los cajones del mismo modo distarán entre sí 21,2 dedos. Esta distancia se halla contenida en los 15 pies ó 240 dedos de altura 11,3 veces; lo cual quiere decir que se podrán colocar 11 cajones entre el nivel del agua en el pozo y el centro de la rueda del agua, y quedarán ademas 3 décimas partes de otro cajon fuera del agua; y con otros 2,25 cajones que resultarán aplicados al cuadrante superior ascendente de la rueda del agua, componen 13,55 cajones en todo; que á razon de 17,625

libras que pesa el agua contenida en cada uno, serán 238,82 libras, que hacen 9,55 arrobas. El peso de toda esta noria lo supondrémos de 36 arrobas; las que á razon de 5 onzas por arroba, producirán 180 onzas por el rozamiento, que hacen 11,25 libras; empleando, como conviene aun en este caso, una caballería menor, cuyo esfuerzo sea de 50 libras y su paso 2,5 pies por segundo, quedarán de potencia efectiva 38,75 libras; las 9,55 arrobas, que pesa el agua de los cajones, á razon de 7 onzas cada arroba, producen de pérdida en la potencia motriz 66,85 onzas que hacen 4,18 libras; las cuales rebajadas de las 38,75, quedan para la potencia 34,57 libras efectivas; y para encontrar en este caso el radio de la rueda del aire, á fin de que se consiga el efecto sin pérdida de potencia, sustituirémos en la (ec. A § 170) en vez de P, 34,57 libras; en vez de Q, 238,82 libras; en vez de RO, el valor del radio de la rueda del agua que es $1,9365 + 0,25 = 2,1865$; en vez de PC, 12; y en vez de rO su valor 1,9365; con lo cual solo quedará indeterminado el radio Cr de la rueda del aire, que es el que buscamos; y se nos convertirá en $34,57 . 12 . 1,9365 = 238,82 . 2,1865 . Cr$; y efectuando las operaciones será $803,34 = 522,2 . Cr$; por lo que si dividimos el primer miembro por 522,2 nos resulta $Cr = 1,538$ pies.

Esto nos indica que el radio de la rueda del aire debería ser menor que el de la rueda del agua; lo cual produciría menor velocidad; pero como esto no acomoda, lo que deberémos hacer es aumentar la longitud de la palanca, lo cual siempre es aquí ventajoso, porque la caballería obra con mas desembarazo, sin que esceda la longitud á los 20 pies qne se reputa ser la mas conveniente; y así nos propondrémos determinar cuál deberá ser la longitud de la palanca para que se aproveche toda la potencia sin faltar ni sobrar.

Para esto, sustituirémos en la (ec. B § 171) en vez de P, 34,57; en vez de Q, 238,82; y 2,1765 en vez de RO, quedando indeterminada la PC; lo cual nos dará $34,57 . PC = 238,82 . 2,1865 = 522,2$; y dividiendo el segundo miembro por 34,57 que es lo que multiplica á PC en el primero, se tiene $PC = 15,1$ pies.

261 Veamos ahora la cantidad de agua que subirá esta noria en una hora. Para esto, debemos observar que mientras la caballería da una vuelta, dará otra la rueda del agua, porque suponemos que son iguales las dos ruedas. Y siendo el radio del andén 15,1 pies, su circunferencia será (§ 505 cor. I. T. E.) 94,876; y como la caballería anda 2,5 pies por segundo, tardará en una vuelta 37,95 segundos; y en una hora que tiene 3600 segundos, dará 94,9 vuel-

tas. En cada vuelta se elevan 9 cajones que son los lados que tiene el polígono; y como cada cajon contiene 17,625 libras de agua, entre los nueve cajones contendrán 158,625 libras, y en las 94,9 vueltas se elevarán 15053,5 libras de agua, que hacen 320,3 pies cúbicos.

262 Si queremos averiguar el *efecto útil*, deberémos fijar de antemano la altura á que se debe colocar la artesilla; para lo cual debemos averiguar el diámetro que corresponde al eje de la rueda del agua. Con este fin, observarémos que siendo el peso total de la máquina 36 arrobas, y 9,55 arrobas el peso del agua, resulta que el peso total es 45,55 arrobas; y aunque no todo este peso carga sobre los gorrones, para que estos siempre resulten con mayor resistencia de la necesaria, los determinarémos aquí como si tuviesen que sostener todo este peso; en cuyo caso, se halla en virtud de la tabla primera del (§ 179 Lib. 5) que el diámetro del gorron, si es de fierro forjado, bastará que tenga 1 pulgada y 10 líneas; si es de fierro fundido, 2 pulgadas y 2 líneas; y si es de roble ó álamo negro 3 pulgadas y 3 líneas; y en virtud de la tabla tercera del mismo párrafo, resulta que el mayor grueso que se debe dar en el medio al eje, si es de fierro forjado será 2 pulgadas y 9 líneas; si es de de fierro fundido, 3 pulgadas y 3 líneas; y si es de roble ó álamo negro unas 5 pulgadas. Nosotros supondrémos que el eje sea de álamo negro, y los gorrones de fierro forjado, que es lo que se acostumbra, sin mas diferencia que reducir el grueso; en cuyo caso el mayor grueso del eje de álamo negro será de las espresadas 5 pulgadas; y en sus estremos de 3 pulgadas y 3 líneas; y los gorrones de fierro forjado de 1 pulgada y 10 líneas; en cuyo caso siendo 2,5 pulgadas el radio del eje en el mayor grueso, el fondo de la artesilla le podrémos suponer 3½ pulgadas mas alto que el centro de la rueda del agua. Pero yo recomiendo tanto á los constructores como á los propietarios, que mediten mucho mi consejo de hacer los ejes de fierro; pues si se tiene en consideracion que por la construccion actual, la puerca ó cubo de un grueso tan desmesurado como el de pie y medio que se les da, y los dos gorrones que entran mucho en la puerca, y se necesita colocarlos muy cuidadosamente, podrá suceder que cuesten tanto como si el eje se hiciese todo de una pieza de fierro con sus correspondientes gorrones; y si se atiende á lo mucho mas que durará un eje de fierro, y á que cuando se inutiliza, vale como fierro viejo casi tanto como nuevo, no podrán ménos de convencerse de la utilidad y economía que les resultará de hacer el eje

de fierro, independientemente de la menor cantidad de agua que se desperdiciará dando á la artesilla una longitud casi igual al diámetro de la rueda del agua.

Entendido esto, pasemos á calcular el *efecto útil* de esta noria. Como suponemos que la distancia del nivel del agua en el pozo al centro de la rueda del agua es 15 pies; y el fondo de la artesilla en el supuesto de hacerse de álamo negro el eje, se halla 3,5 pulgadas ó 0,292 de pie mas alto que el centro de la espresada rueda, resulta que la distancia del nivel del agua en el pozo hasta el fondo de la artesilla, que es donde se aprovecha, es 15,292 pies. Por lo que, si multiplicamos por este número las 15053,5 libras de agua que se elevan en una hora, tendrémos que el efecto producido en el espresado tiempo será equivalente á elevar 230198 libras á un pie de altura.

Ahora, el esfuerzo empleado por la caballería en una hora, hemos visto (253) que es equivalente á elevar 450000 libras á un pie de altura; luego si dividimos las 230198 libras, que espresan el *efecto producido*, por 450000 que es la fuerza empleada, nos resulta para el *efecto útil*, que es su relacion 0,511.

263 *Profundidad de* 20 *pies*. En virtud de lo espuesto (209), si multiplicamos 20 por 0,25 y del producto 5 estraemos la raiz cuadrada, nos resultará (§ 228 Ar. de N.) 2,236 pies para el radio de la rueda del agua. Su circunferencia es (§ 505 cor. I. T. E.) 14,049 pies ó 224,8 dedos. Suponiendo que el polígono que se le inscriba sea el de 10 lados, hallarémos en virtud de la tabla (nota del § 34 Lib. 3) que el lado del decágono es 1,382 pies, que hacen 22 dedos. Teniendo los aguadores 2 dedos de ancho, quedan 20 dedos para el hueco entre aguador y aguador; como el cajon nos fijamos en que tenga 12 dedos de alto, podrémos colocarle de modo que diste su fondo unos 3½ dedos del aguador que tenga inferior, y quedarán por la parte superior 4½ dedos, espacio suficiente para que vierta bien el agua sin tropezar en el aguador.

En la altura 20 pies ó 320 dedos, se hallan contenidos los 22 dedos que tiene el lado del decágono 14,5 veces; por consiguiente, en dicha altura se hallarán contenidos 14,5 cajones ó arcaduces; es decir, que habrá 14 cajones suspensos en la parte ascendente de la maroma, desde el nivel del pozo al centro de la rueda del agua, y medio cajon mas; y otros 2½ cajones que habrá con agua aplicados al cuadrante superior ascendente de la rueda, componen en todo 17 arcaduces ó cajones llenos. En cada arcaduz ó cajon ca-

ben 17,625 libras de agua; luego entre todos contendrán una cantidad de agua que pesará 299,625 libras, que hacen 11,9 arrobas.

Supongamos que toda la máquina pese 40 arrobas, de las que 8 correspondan á la rueda del aire, palanca &c., y las 32 restantes para la rueda del agua y todos sus enseres. Las 40 arrobas, á razon de 5 onzas de pérdida de potencia, por causa del rozamiento, darán 200 onzas, que hacen 12,5 libras de pérdida en la fuerza motriz ó potencia; y las 11,9 arrobas de peso del agua, á razon de 7 onzas de pérdida, consumen 5,2 libras por causa del rozamiento; y sumadas ambas, componen 17,7 libras; rebajadas estas de las 50 libras que suponemos es el esfuerzo de la caballería, quedan 32,3 libras. Suponiendo que sean iguales las ruedas del aire y del agua, vamos á determinar la longitud de palanca que se necesitará aplicar para que se aproveche toda la potencia. Con cuyo motivo, supondrémos en la (ec. D § 173) en vez de P, 32,3 libras; en vez de Q 299,625 libras; y en vez de RO, el valor del radio de la rueda del agua, que es 2,236 aumentado en 0,25, que es la distancia del centro de gravedad del cajon ó arcaduz á la circunferencia de la rueda del agua, que en todo componen 2,486; y dicha ecuacion se nos convertirá en $32{,}3.PC=299{,}625.2{,}486=744{,}868$; que dividiendo por 32,3 resulta el valor de $PC=23$ pies; pero siendo esta una longitud de palanca escesiva aun para una caballería mayor, nos fijarémos en el mismo brazo de palanca que en el caso anterior, esto es, en 15,1 pies, que es bastante proporcionado; y hagamos recaer lo demas en favor de la potencia, determinando cuál debe ser el radio de la rueda del aire; para lo cual, sustituirémos en la (ec. A § 170) en vez de P, 32,3; en vez de PC, 15,1; en vez de rO, 2,236; en vez de Q, 299,625; y en vez de RO, 2,486 dejando indeterminada la Cr; y se nos convertirá en $32{,}3.15{,}1.2{,}236=299{,}625.2{,}486.Cr$; ó efectuando las operaciones, será $1090{,}56428=744{,}86775.Cr$; que dividiendo por lo que multiplica á Cr, nos resulta $Cr=1{,}46$; por lo que debe tener el radio de la rueda del aire 1,46 pies, que viene á ser pie y medio. En su consecuencia los números de dientes que se deberán poner en cada una de estas ruedas deberán guardar la relacion de sus radios; luego estarán en la razon de 2,236 á 1,46 que próximamente cumplirán con esta condicion poniendo 22 dientes en la rueda del agua y 15 en la del aire. Con lo cual, mientras que la caballería, y por consiguiente la rueda del aire den una vuelta, la del agua dará $\frac{15}{22}$ de vuelta. Veamos cuántas vueltas dará la caballería en una hora. El brazo de palanca le suponemos de 15,1 pies;

la circunferencia que anda la caballería será 94,876 pies; camina 2,5 por segundo, luego tardará en andarla 37,95 segundos; y en una hora que tiene 3600 segundos, dará 94,9 vueltas; y la rueda del aire dará en la misma hora $94{,}9 \cdot \frac{15}{22} = 64{,}7$ vueltas. Y derramará en cada una 10 cajones, que, á 17,625 libras, se derraman en cada vuelta 176,25 libras de agua; y en las 64,7 vueltas que da en la hora, caerán en la artesilla 11403,375 libras de agua, que hacen 242,625 pies cúbicos en una hora.

Para determinar el *efecto útil*, necesitamos fijar de antemano el fondo de la artesilla sobre el nivel del agua en el pozo; para lo cual observarémos que en virtud de la tabla 1.ª del (§ 179 Lib. 5) á las 43,9 arrobas que pesa la rueda del agua con todos sus enseres, y el agua contenida en los cajones, corresponde para el diámetro de los gorrones 1 pulgada y 10 líneas si es de fierro forjado; 2 pulgadas y 1 línea si es de fierro fundido; y 3 pulgadas y 4 líneas si es de roble ó álamo negro; y en virtud de la tabla 3.ª del mismo párrafo, corresponde para el mayor grueso en el medio del eje ó puerca 2 pulgadas y 10 líneas si es de fierro forjado; 3 pulgadas y 2 líneas si es de fierro fundido, y unas 5 pulgadas si es de álamo negro *. Por consiguiente, el fondo de la artesilla, siendo el eje de álamo negro, podrá colocarse sin riesgo á las 3,7 pulgadas del centro de la rueda del agua, ó 0,308 de pie. Luego la altura en que se aprovecha el agua será 20,308 pies, y como suben en la hora 11403,375 libras, el efecto producido equivaldrá á elevar 231579,7 libras á un pie.

La cantidad de fuerza empleada en un segundo es 50 libras × 2,5 = 125 libras; y en los 3600 segundos que tiene la hora, será equivalente á elevar 450000 libras á un pie. Si dividimos por esta cantidad las 231579,7 á que asciende el efecto producido, nos resultará para el *efecto útil* 0,515.

264 *Profundidad de 25 pies.* En este caso, multiplicando 25 por 0,25, obtendrémos 6,25 cuya raiz cuadrada 2,5 será el radio que debe tener la rueda del agua. Su circunferencia será 15,70795 pies, que hacen 251 dedos. Suponiendo que inscribamos un endecágono ó polígono de 11 lados, la tabla de la (nota del § 34 Lib. 3) nos dará para el lado del endecágono 1,4088 pies, que hacen 22,5

* Todos estos valores y los que sigan correspondientes á gorrones y ejes no son precisamente los que da el cálculo matemático exacto, sinó un poco mayores para que el constructor ó propietario tenga siempre seguridad en que no han de fallar, y para presentar ademas los resultados sin fracciones de línea.

dedos. Teniendo los aguadores 2 dedos de ancho, quedan 20,5 para el hueco entre aguador y aguador, y como al cajon le damos 12 dedos de alto, podrémos colocarle de modo que diste su fondo del aguador inferior unos 4 dedos y quedan $4\frac{1}{2}$ para la distancia del borde superior del cajon al aguador; lo que es muy bastante.

En la altura de 25 pies, que hacen 400 dedos, caben los 22,5 dedos 17,7 veces. Por consiguiente, en dicha altura se hallarán contenidos 17,7 arcaduces ó cajones, y de los que había aplicados á la parte superior de la rueda del agua, como unos $2\frac{1}{2}$ estarán llenos, y habrá en todos 20,2 cajones con agua; y conteniendo cada uno 17,625 libras de agua, pesará la de todos los 20,2 cajones 356,025 libras ó 14,241 arrobas.

Supongamos que toda la máquina pese 44 arrobas; y tendrémos que, á razon de 5 onzas por arroba, producirán 220 onzas que hacen 13,75 libras de pérdida por causa del rozamiento. Las 14,241 arrobas del peso del agua, á razon de 7 onzas cada arroba, producirán 29,687 onzas, que hacen 6,2 libras, las cuales unidas á las 13,75 que causa el peso equilibrado, tendrémos 19,95. Todavía podrémos hacer uso de una caballería menor, suponiendo que el brazo de palanca sea 15,1 pies como ántes; y quitando de las 50 libras, esfuerzo que ejerce dicha caballería, las 19,95 que causan los rozamientos, quedan 30,05 libras de potencia efectiva. Para determinar el radio de la rueda del aire correspondiente, á fin de que no se desperdicie fuerza motriz, sustituirémos en la (ec. A § 170) en vez de P, 30,05; en vez de PC, 15,1; en vez de rO, 2,5; en vez de Q, 356,025; y en vez de RO, $2,5 + 0,25 = 2,75$; quedando indeterminada la Cr; por lo que dicha ecuacion se nos convertirá en $30,05.15,1.2,5 = 356,025.2,75.Cr$; ó ejecutando las operaciones en $1134,3875 = 979,06875.Cr$; que dividiendo el primer miembro por 979,06875, resulta 1,16 pies para el radio de la rueda del aire. En su consecuencia, los números de dientes que se deberán poner en estas ruedas, deberán guardar próximamente la relacion de estos radios 2,5 y 1,2; y bastará que en la rueda del agua haya 25 dientes y en la del aire 12. Con lo cual, mientras la caballería da una vuelta, la rueda del agua dará $\frac{12}{25}$ de vuelta. Pero la caballería traza una circunferencia de 15,1 de radio, que es de 94,876 pies; y como anda 2,5 por segundo, tardará 37,95 segundos en dar una vuelta; y en la hora, que tiene 3600 segundos, dará 94,86 vueltas; y la rueda del agua dará en la misma hora $94,86.\frac{12}{25} = 45,6$ vueltas; y derramando en cada una 11 cajones, á

razon de 17,625 libras cada uno, caerán en la artesilla 193,88 libras de agua en cada vuelta; y en las 45,6 vueltas caerán 8841 libras, que hacen 188 pies cúbicos.

Para determinar el *efecto útil*, necesitamos de antemano fijar la altura del suelo de la artesilla respecto del nivel del agua en el pozo. Para lo cual, observarémos que de las 44 arrobas que suponemos pesa toda la máquina, podrémos reputar que las 33 correspondan á la rueda del agua con todos sus enseres, y con las 14,241 que pesa el agua suspensa en los cajones, componen 47,241 arrobas; las cuales en virtud de las tablas del (§ 179 Lib. 5) exigen un diámetro de gorron de 1 pulgada y 10 líneas, si es de fierro forjado; de 2 pulgadas y 2 líneas si es fierro fundido; y de 3 pulgadas y 5 líneas si es de roble ó álamo negro; y 2 pulgadas y 9 líneas, al mayor grueso del eje si se hace de fierro forjado; 3 pulgadas y 2 líneas si es de fierro fundido, y unas 5 pulgadas si es de roble ó álamo negro. Por lo cual, podrémos suponer que el suelo de la artesilla se halle 4 pulgadas mas alto que el centro de la rueda del agua; y la altura á que se aproveche esta será 25 pies y 4 pulgadas = 25,3333 pies; y como el agua elevada en una hora es 8841 libras, si multiplicamos estos dos números, tendrémos el efecto producido en una hora, que será equivalente á elevar 223972 libras á un pie de altura. Y como la potencia motriz empleada en la misma hora es 450000 como en el caso precedente, si dividimos por esta cantidad la anterior, nos resultará para el *efecto útil* 0,498.

265 *Profundidad de* 30 *pies.* En este caso, multiplicando 30 por 0,25 se tiene 7,5 cuya raiz cuadrada es 2,739 pies, que será el radio de la rueda del agua; su circunferencia será 17,2096 pies que hacen 275,35 dedos. Inscribiendo en esta circunferencia un polígono de 12 lados, resulta para el lado del dodecágono (nota del § 34 Lib. 3) 1,418 pies, que hacen 22,688 dedos; con los cuales hay lo suficiente para colocar el cajon de modo que vierta bien. Los 30 pies contienen 480 dedos, que divididos por 22,688 dan 21,16, que son los arcaduces ó cajones que podrán colocarse entre el nivel del pozo y el centro de la rueda del agua; y como habrá 6 en el semipolígono superior, los 3 se hallarán con agua, y unidos á los 21,16 habrá 24,16 cajones ó arcaduces llenos; y como cada uno contiene 17,625 libras de agua, entre los 24,16 contendrán 425,82 libras que hacen 17,03 arrobas.

El peso de toda la máquina podrémos suponerlo de 48 arrobas;

que, á razon de 5 onzas, producirán una pérdida por causa del rozamiento, de 240 onzas que hacen 15 libras. Las 17,03 arrobas de agua, á razon de 7 onzas arroba, dan para el rozamiento 119 onzas, que hacen 7,45 libras; por lo que sumando ambas cantidades causarán una pérdida de 22,45 libras. Aquí ya supondrémos que la fuerza motriz sea una caballería mayor; y como su esfuerzo es 89,14 libras (Véase el núm. 17 tab. 2.ª § 151 Lib. 5), si quitamos las 22,45 que consumen los rozamientos, quedarán 66,69 libras efectivas; pero será necesario hacer el radio de la rueda del aire mayor que el de la rueda del agua para aumentar la velocidad de esta y que no se pierda fuerza motriz. Con este objeto, sustituirémos en la (ec. A § 170) 66,69 en vez de P; 20 en vez de PC; 2,739 en vez de rO; 425,82 en vez de Q; y $2{,}739+0{,}25=2{,}989$ en vez de RO, quedando indeterminada la Cr; por lo que se nos convertirá en $66{,}69.20.2{,}739=425{,}82.2{,}989.Cr$; ó efectuando las operaciones, será $3653{,}2782=1272{,}776.Cr$. Dividiendo el primer miembro por 1272,776 nos resultará 2,87; y este será el valor que deberá tener el radio de la rueda del aire. Los números de dientes de estas ruedas deberán guardar la misma razon que los radios; por lo que estarán bien proporcionados si la rueda del agua tuviese por ejemplo 27 dientes y la del aire 29.

El número de vueltas que dará la rueda del agua será $\frac{29}{27}$ de las que da la caballería. Ahora bien, la circunferencia que esta anda, teniendo por radio 20 pies, equivaldrá á 125,6636 pies; y como en cada segundo anda 3,5 pies, tardará en andar una circunferencia 35,904 segundos; y como la hora tiene 3600 segundos, la caballería y por consiguiente la rueda del aire dará 100,267 vueltas; y la rueda del agua dará $100{,}267.\frac{29}{27}=107{,}694$. En cada vuelta se derraman 12 cajones, que á razon de 17,625 libras cada uno, hacen 211,5 libras, y en las 107,694 vueltas se elevarán 22777,28 libras que hacen 484,62 pies cúbicos de agua. Para dirigirnos á encontrar el *efecto útil*, deberémos fijar ántes el mayor grueso que se debe dar al eje en su medio; para lo cual supondrémos que de las 48 arrobas, que pesa toda la máquina, correspondan 36 á la rueda del agua con todos sus agregados; y en virtud de la tabla 1.ª del (§ 179 Lib. 5) las 53,03 arrobas que cargan sobre los gorrones procedentes de las 36 de la rueda con sus enseres y las 17,03 que pesa el agua suspensa en los cajones, corresponde un diámetro de gorron, si es de fierro forjado, de 2 pulgadas; si es de fierro fundido de 2 pulgadas y 3 líneas; y si es de roble ó álamo negro de

3 pulgadas y 7 líneas; y para el mayor grueso en el medio del eje en virtud de la tabla 3.ª del mismo párrafo, 2 pulgadas y 10 líneas si es de fierro forjado; 3 pulgadas y 2 líneas si es de fierro fundido, y 5 pulgadas si es de roble ó álamo negro. Por lo que podrémos suponer todavía que el suelo de la artesilla, donde se ha de aprovechar el agua, se halla 4 pulgadas mas alto que el centro de la rueda del agua, y 30,33333 pies, sobre el nivel del pozo. Por consiguiente, si multiplicamos las 22777,28 libras de agua, que se elevan en una hora, por 30,33333 pies, que es la altura á que se aprovechan, tendrémos que 690910,75 espresará el *efecto producido*; la fuerza motriz empleada en un segundo equivale (núm. 17 col. 6.ª de la tab. 2.ª del § 151 Lib. 5) á 312 libras, ó mas exactamente á 311,99; luego en los 3600 segundos que tiene la hora, se empleará una fuerza motriz equivalente á elevar 1123164 libras á un pie. Si dividimos por esta cantidad las 690910,78 á que equivale el efecto producido, tendrémos 0,615 para el *efecto útil.*

266 *Profundidad de* 35 *pies.* Multiplicando 35 por 0,25, y estrayendo la raiz cuadrada, tendrémos para el radio de la rueda del agua 2,958; y su circunferencia será 18,5856 pies, que equivalen á 297,37 dedos.

Supongamos que el polígono inscrito en la circunferencia de la rueda del agua sea todavía el de 12 lados; pues el de 13 no dejaría espacio suficiente para la cómoda colocacion y derrame del agua; y por la tabla (nota del § 34 Lib. 3) hallarémos corresponden á dicho lado del dodecágono 1,531 pies, que hacen 24,496 dedos, que descontando 2 para el aguador, y 12 para el cajon ó arcaduz, quedan 10 dedos para distribuirlos convenientemente de modo que se consiga su fácil colocacion y que derrame bien el agua.

Si dividimos los 35 pies de profundidad por el lado 1,531 del dodecágono, hallamos que está contenido 22,86 veces; por consiguiente, podrémos colocar 22,86 cajones en la parte de maroma comprendida entre el nivel del pozo y el centro de la rueda del agua; los cuales unidos á 3 que se hallarán con agua en el cuadrante ascendente superior de la rueda, componen 25,86 cajones llenos; y como cada uno contiene 17,625 libras de agua, entre los 25,86 contendrán 455,78, que hacen 18,23 arrobas.

Si suponemos que el peso de toda la máquina sea 52 arrobas, á razon de 5 onzas cada arroba, producen 260 onzas de pérdida por el rozamiento, que hacen 16,25 libras. Y las 18,23 arrobas, que pesa el agua, á razon de 7 onzas por arroba, causarán 177,6 on-

zas de pérdida de fuerza motriz, por causa del rozamiento, que hacen 7,97 libras; añadiendo estas á las 16,25 anteriores, tendrémos que todos los rozamientos, rigidez de las cuerdas, &c. causarán una pérdida de fuerza espresada por 24,22 libras. Quitando esta cantidad de las 89,14 libras á que equivale la fuerza motriz de la caballería mayor, resultan 64,92 libras para la potencia que se ha de equilibrar con los 455,78 libras que pesa el agua, que ha de estar sostenida en los cajones. Determinemos el radio que ha de tener la rueda del aire, para que haya equilibrio entre esta potencia y esta resistencia. Con este objeto, sustituirémos en la (ec. A § 170) 64,92 en vez de P; 20 en vez de PC; 2,958 en vez de rO; 455,78 en vez de Q; y $2{,}958+0{,}25=3{,}208$ en vez de RO, quedando indeterminada la Cr; y se nos convertirá en $64{,}92.20.2{,}958=455{,}78.3{,}208.Cr$; ó efectuando las operaciones en $3840{,}667=1462{,}142.Cr$; que dividiendo el primer miembro por lo que multiplica á Cr, tendrémos $Cr=2{,}6$. Y siendo este radio menor que el de la rueda del agua, esta se moverá con mas lentitud que la del aire; y por consiguiente los dientes de la del agua deberán estar con los de la del aire en la relacion de 2,958 á 2,6, lo que se conseguirá aproximadamente poniendo en la rueda del agua 29 dientes y en la del aire 26. El número de vueltas que dará la rueda del agua, miéntras que la del aire y la caballería dan una, será $\frac{26}{29}$. Y como la caballería da (§ 265) 100,267 vueltas en la hora, la rueda del agua dará 90. En una vuelta vaciarán doce arcaduces ó cajones; por consiguiente verterán en la artesilla en dicho tiempo de una hora 1080 cajones, que á razon de 17,625 libras cada cajon, hacen 19035 libras, que son 405 pies cúbicos de agua.

Veamos ahora el *efecto útil* de la noria en este caso: para lo cual es indispensable determinar la altura del suelo de la artesilla respecto del centro del eje de la rueda del agua. Para esto, deberémos calcular ántes el grueso de los gorrones. Si suponemos que de las 52 arrobas que pesa toda la máquina, las 39 correspondan á la rueda del agua con todos sus agregados, tendrémos que con las 18,23 que pesa el agua, forman la suma de 57,23 arrobas de peso sobre los gorrones, que en virtud de la tabla 1.ª del (§ 179 Lib. 5) corresponde un diámetro de gorron de 2 pulgadas si es de fierro forjado; de 2 pulgadas y 4 líneas si es de fierro fundido, y de 3 pulgadas y 8 líneas si es de roble ó álamo negro; y el mayor grueso que

se debe dar en el medio del eje, calculando siempre con esceso, en virtud de la tabla 3.ª del mismo párrafo será de 2 pulgadas y 10 líneas si es de fierro forjado; 3 pulgadas y 2 líneas si es de fierro fundido, y 5 pulgadas si es de roble ó álamo negro; luego el fondo de la artesilla en el caso de hacerse el eje de álamo negro podrá distar aun 4 pulgadas=0,3333 de pie, del centro de la rueda del agua. Por consiguiente, dicho fondo estará 35,3333 pies mas alto que el nivel del pozo. Por consiguiente, para encontrar el *efecto producido* en una hora, multiplicarémos 19035 libras, que es el agua elevada, por los 35,3333 pies, y tendrémos que el efecto producido en una hora será equivalente á elevar 672569 libras á un pie de altura. La fuerza motriz empleada en dicho tiempo es la misma que ántes (§ 265) á saber 1123164; y dividiendo por esta cantidad las 672569, resulta para el *efecto útil* 0,599.

267 *Profundidad de 40 pies.* Multiplicando 40 por 0,25, distancia del centro de gravedad de los cajones á la circunferencia esterior de la rueda del agua, tendrémos 10; cuya raiz cuadrada es 3,162 pies, y este será el radio de la rueda del agua; y su circunferencia 19,8674 pies, que hacen 317,88 dedos.

En esta circunferencia podrémos ya inscribir un polígono de 13 lados, de modo que se pueda colocar fácil y cómodamente el cajon para que vacie bien el agua sin tropezar en los aguadores; y como este polígono ya no se halla contenido en la tabla (nota del § 34 Lib. 3), vamos á poner aquí otra tabla que podrá servir para este efecto aun con mas sencillez, y es la siguiente:

Tabla de los polígonos, desde 13 *hasta* 50 *lados, ámbos inclusive, siendo el radio igual con la unidad.*

Número de lados del polígono.	Valor del lado del polígono siendo el radio la unidad.	Número de lados del polígono.	Valor del lado del polígono siendo el radio la unidad.	Número de lados del polígono.	Valor del lado del polígono siendo el radio la unidad.
13	0,4786	26	0,2410	39	0,1609
14	0,4450	27	0,2322	40	0,1569
15	0,4158	28	0,2239	41	0,1531
16	0,3902	29	0,2162	42	0,1494
17	0,3675	30	0,2091	43	0,1459
18	0,3473	31	0,2023	44	0,1427
19	0,3292	32	0,1960	45	0,1395
20	0,3129	33	0,1901	46	0,1365
21	0,2981	34	0,1845	47	0,1336
22	0,2846	35	0,1792	48	0,1308
23	0,2723	36	0,1743	49	0,1281
24	0,2611	37	0,1696	50	0,1256
25	0,2507	38	0,1651		

Para encontrar por ella el lado que corresponde á un radio determinado, no hay mas que *multiplicar el valor de dicho radio, por el número que corresponde al lado del polígono en la tabla.*

Y como al lado del polígono de 13 lados corresponde en esta tabla 0,4786 no tendrémos mas que multiplicar este valor por 3,162 pies, valor del radio; lo que nos dará 1,513 pies, que hacen 24,213 dedos. Y dividiendo la altura 40 pies por 1,513 resulta 26,437 que será el número de cajones que habrá entre el nivel del pozo y el centro de la rueda del agua; y 3,25 que se hallarán con agua entre el diámetro horizontal de dicha rueda y el punto mas alto de su circunferencia, hacen en todo 29,687 cajones llenos *; y conteniendo cada uno 17,625 libras de agua, pesará el agua de todos ellos 523,233 libras que hacen 20,93 arrobas. Estas, á razon de 7 onzas, producirán 146,51 onzas ó 9,16 libras de pérdida de fuerza motriz por causa del rozamiento.

Suponiendo que toda la máquina pese 56 arrobas; estas, á razon de 5 onzas, producirán 280 onzas ó 17,5 libras de pérdida por causa del rozamiento; que añadidas á las 9,16 que provienen del peso de la máquina, tendrémos que la pérdida de potencia motriz, por causa del rozamiento, es 26,6 libras, que restadas de las 89,14 á que equivale el esfuerzo de la caballería, resultan 62,48 de potencia efectiva para equilibrarse con las 523,233 libras. Y si queremos buscar el radio de la rueda del aire que se necesita para que haya equilibrio entre potencia y resistencia, no harémos mas que sustituir en la (ec. A § 170) 62,48 en vez de P; 20 en vez de PC; 3,162 en vez de rO; 523,233 en vez de Q, y $3,162+0,25=3,412$ en vez de RO, quedando indeterminada la Cr; y efectuando las operaciones será $3951,2352=1785,2676.Cr$; que da $Cr=2,213$.

Luego el radio de la rueda del aire será 2,213; y el número de dientes de la rueda del agua deberá estar con el número de dientes de la del aire en la razon de sus radios, á saber en la de los números 3,162 y 2,213. Cumplirán aproximadamente con esta condicion los números 32 y 22; ó cualesquiera otros que tengan la misma razon. Ahora bien, el número de vueltas de la caballería, durante una hora es 100,267; y el de la rueda del agua será $100,267.\frac{22}{32}=68,9$ vueltas. En cada una se derraman en la artesilla

* No será inútil advertir que aunque los cajones que están en el cuadrante ascendente superior de la rueda del agua no están llenos enteramente, los suponemos tales en el cálculo para quedarnos mas bien cortos, que el presentar exagerados los resultados.

13 cajones; luego en las 68,9 se vaciarán 895,7 cajones, que derramarán 15786,7 libras que hacen 335,9 pies cúbicos. Para dirigirnos á encontrar el *efecto útil*, necesitamos de antemano saber cuanto se hallará el fondo de la artesilla mas alto que el centro del eje de la rueda del agua; por lo que debemos determinar el diámetro de los gorrones; á cuyo efecto supondrémos que de las 56 arrobas que reputamos pesa toda la máquina, las 42 provengan de la rueda del agua juntamente con todos sus enseres; las cuales reunidas á las 20,93 que pesa el agua, componen 62,93 arrobas; y en virtud de la tabla 1.ª del (§ 179 Lib. 5), corresponde al diámetro de los gorrones, 2 pulgadas y 1 línea si son de fierro forjado; 2 pulgadas y 5 líneas si son de fierro fundido; y 3 pulgadas y 9 líneas si son de roble ó álamo negro; y en virtud de la tabla 3.ª del espresado párrafo, corresponde al mayor grueso del eje de la rueda del agua, 3 pulgadas si es de fierro forjado; 3 pulgadas y 3 líneas si es de fierro fundido; y 5 pulgadas y 3 líneas si es de roble ó álamo negro. Por lo que podrémos suponer que, siendo de esta madera, se halle el fondo de la artesilla $4\frac{1}{2}$ pulgadas mas alto que el eje de la rueda del agua que hacen 0,375 de pie; por lo que el suelo ó fondo de la artesilla estará 40,375 pies mas alto que el nivel del pozo; y para encontrar el efecto producido, basta multiplicar el agua elevada que es 15786,7 libras, por 40,375 que es el número que espresa los pies á que se aprovecha, y resulta equivalente á elevar 637388 libras á un pie de altura. Dividiendo esta cantidad, por (§ 265) 1123164 á que equivale la fuerza motriz empleada, resulta 0,567 para el *efecto útil*.

268 Hemos dicho que el hacer desiguales las ruedas del agua y del aire solo se debe practicar cuando la necesidad obliga á ello por otros motivos, como ha sucedido hasta aquí; porque no habiendo altura suficiente para colocar todos los cajones ó arcaduces hubiera sido preciso que se perdiese potencia. Pero ya de aquí en adelante, que tenemos entre el nivel del pozo y el punto superior de la rueda del agua mas altura ó parte de maroma, que la necesaria para colocar el competente número de cajones, vale mas dejar algun espacio de la maroma vacío, esto es sin cajon, y que las ruedas sean iguales; lo cual proporciona por una parte el ahorro de cajones, y por otra que siendo menor el peso del agua suspendida en ellos, causa menor rozamiento, y por consiguiente se obtendrá mayor producto. Por otra parte, resulta no solo mayor sencillez en su construccion, sinó que va mas conforme con lo espuesto (§§ 139 y 140

Lib. 5). Quiere decir esto que, con ménos gasto, podemos obtener mayor producto, haciendo iguales las ruedas del agua y del aire. Por lo que vamos á resolver este mismo caso en dicho supuesto. El peso de la rueda del agua con sus agregados será sobre poco mas ó ménos el mismo, pues el corto número de cajones, que habrá ménos, influirá poco para calcular el rozamiento; y como si influye es favorablemente á la solidez en la máquina, supondrémos que sea el mismo que acabamos de considerar, y que produzca por consiguiente, á causa del rozamiento, 17,5 libras de pérdida de fuerza motriz; las cuales rebajadas de las 89,14 que es el esfuerzo de la caballería, quedan 71,64 libras efectivas para la fuerza motriz; la cual ha de ser suficiente para equilibrarse con el agua que ha de estar suspensa en todos los cajones, y con el rozamiento que ella produce. Aquí no podemos determinar el rozamiento que ocasiona la cantidad de agua suspensa, pues que no la conocemos; y así procederémos á encontrar la cantidad de agua que se podrá equilibrar con 71,64 libras, potencia motriz efectiva que nos queda, contando con el rozamiento que dicha cantidad de agua produce, segun lo hemos hecho (244). Por lo que, para encontrar la verdadera cantidad de agua que se equilibrará con la citada potencia, contando con los rozamientos, nos valdrémos de la (ec. H § 244) sustituyendo en ella en vez de P, la potencia efectiva que nos queda, á saber 71,64; en vez de PC, el brazo de palanca 20; y en vez de RO su valor $3{,}162+0{,}25=3{,}412$; y tendrémos $x=\dfrac{71{,}64.20}{1{,}017.3{,}412}$, que da para dicha cantidad de agua, el valor de $x=412{,}9$ libras.

Como cada cajon ha de contener 17,625 libras, para encontrar el número de cajones que deberá haber entre la superficie ó nivel del agua en el pozo y el punto mas alto de la rueda del agua, dividirémos las 412,9 libras por 17,625 y obtendrémos 23,427. Antes se colocaban 29,687; luego ahora hay de ménos 6,26 que supondrémos sean 6. Luego todo está reducido, para conciliar el que los cajones estén simétricamente colocados, á poner 4 cajones sucesivamente seguidos y á dejar luego vacío un intervalo; colocar despues otros 4 cajones seguidos y dejar vacío otro lugar; y así sucesivamente en toda la maroma.

Calculemos el *efecto útil*. En cada vuelta de la caballería, dará la rueda del agua una vuelta, así como la del aire; y como en el espacio de 5 lados del polígono de la rueda del agua, que forman los

aguadores, solo hay 4 cajones, quiere decir esto, que 5 vueltas de la rueda del agua equivalen á 4 vueltas en que correspondiese á cada lado un cajon. Por consiguiente, las 100,27 vueltas que se dan en una hora, que para mayor sencillez, supondrémos se den solo 100 vueltas, será lo mismo que si se diesen 80 vueltas en que á todos los lados correspondiese un cajon; por consiguiente se elevará un número de cajones espresado por el producto de 80 por 13, que es 1040 cajones; que entre todos elevarán 18330 libras, que hacen 390 pies cúbicos.

Esta se aprovecha á la altura de 40,375 pies sobre el nivel del pozo; luego si multiplicamos estos dos números, tendrémos que el *efecto producido* será equivalente á elevar 740073,75 libras de agua á un pie de altura, que es mayor que el que nos dió la otra disposicion; y dividiendo este efecto producido, por 1123164 que espresa (§ 265) la cantidad de *fuerza motriz empleada*, nos resultará para el *efecto útil* 0,659 que es tambien mayor que el hallado ántes.

269 *Profundidad de 42,25 pies.* Esta es la distancia que hay entre el nivel del pozo y el centro de la rueda del agua en la noria del convento de Jesus de esta Corte, que representan las (figs. 28, 29, 30 y 31). Suponiendo que el centro de gravedad de los cajones ó arcaduces diste 0,25 de pie, de la circunferencia esterior de dicha rueda, para encontrar el radio correspondiente en virtud de lo espuesto (206), deberémos multiplicar 42,25 por 0,25; lo que nos da 10,5625; y estrayendo la raiz cuadrada, se tiene 3,25 para el radio de la rueda del agua: su circunferencia tendrá (§ 505 cor. I T. E) 20,42 pies que hacen 326,72 dedos.

Supondrémos que se le inscriba un polígono de 14 lados; y como en la tabla corresponde al lado de dicho polígono 0,445 deberémos multiplicar este valor por el radio 3,25, y hallarémos que dicho lado será 1,446 pies, que hacen 23,14 dedos; valor que es suficiente para la fácil colocacion de los cajones y que viertan bien.

Supondrémos que el peso total de la máquina sea de 58 arrobas; estas, á razon de 5 onzas por arroba, producirán una pérdida de fuerza motriz, por causa del rozamiento, de 290 onzas, que hacen 18,125 libras; las cuales rebajadas de las 89,14 libras á que equivale la fuerza de la caballería, quedan 71,015 de potencia efectiva para equilibrarse con el agua suspensa en los cajones y el rozamiento que esta produce.

Para encontrar la cantidad de agua, que contando con los roza-

mientos que ella produce, se equilibrará con dicha potencia efectiva, sustituirémos en la (ec. H § 244) 71,015 en vez de P; 20 en vez de PC; y 3,25+0,25=3,5 en vez de RO; y se convertirá en

$$x=\frac{71,015.20}{1,017.3,5}=\frac{1420,3}{3,5595}=399$$ libras, que hacen 15,96 arrobas.

Como cada cajon contiene 17,625 libras, si dividimos 399 por 17,625 hallarémos el número de cajones que se necesitan para contenerla, y resultan 23; de estos, se hallarán $3\frac{1}{2}$ ó 3,5 sobre la rueda del agua; y habrá 19,5 entre el diámetro horizontal de dicha rueda y el nivel del pozo. Pero en 42,25 pies, que es la distancia entre el espresado diámetro y el nivel del pozo, está contenido el valor 1,446 pies del lado del polígono 29,22 veces; por consiguiente, caben 29,22 cajones, y con los 3,5 que se aplicarán al cuadrante superior ascendente de la rueda, componen 32,72; se han de colocar solo 23; lueg o sobran 9,72 que supondrémos sean 10, y lo conseguirémos del modo siguiente. Se pondrán 3 cajones seguidos, dejando un espacio hueco; se colocarán otros 3 cajones consecutivos, y se dejará un hueco; se colocarán despues 2 cajones seguidos con uno hueco; despues 3 seguidos con otro hueco; y otros tres seguidos con otro hueco; y luego 2 seguidos y uno hueco; procediéndose del mismo modo en toda la longitud de la maroma.

Con esta disposicion, en la primera vuelta de la rueda del agua hay 11 cajones; en la segunda 10; en la tercera 10; en la cuarta 11, en la quinta 10; en la sesta 10; en la séptima 11; y así sucesivamente dos á 10 y una de á 11, de modo que en cada 3 vueltas, suben 31 cajones; y en 100 vueltas que da, tanto la caballería como la rueda del aire y del agua, subirán $\frac{100.31}{3}=1033,333$ cajones; y como en cada uno suben 17,625 libras de agua, en los 1033,333 subirán 18212,494 libras que hacen 387,5 pies cúbicos.

Ahora, de las 58 arrobas que suponemos pesa toda la máquina, reputarémos que las $42\frac{1}{2}$ procedan del peso de la rueda del agua con todos sus enséres de maroma, cajones &c.; y añadiendo á estas las 15,96 que pesa el agua suspensa en los cajones, hacen 58,46 arrobas ó 14,6 quintales, que en virtud de la tabla primera del (§ 179 Lib. 5) basta para el grueso de los gorrones, 2 pulgadas si son de fierro forjado; 2 pulgadas y 4 líneas si son de fierro fundido, y 3 pulgadas y 8 líneas si son de roble ó álamo negro;

en virtud de la tabla 3.ª del mismo párrafo, al mayor grueso del eje en el medio corresponde 2 pulgadas y 11 líneas si es de fierro forjado; 3 pulgadas y 4 líneas si es de fierro fundido; y 5 pulgadas y 4 líneas, si es de roble ó álamo negro. Por lo que podrémos suponer que el fondo de la artesilla se halle $4\frac{3}{4}$ pulgadas=4,75 pulgadas=0,396 de pie mas alto que el centro de la rueda del agua, y que el nivel del pozo 42,25+0,396=42,646 pies. Por consiguiente, si multiplicamos este número por las libras de agua que se elevan en una hora, que son 18212,494 tendrémos que el producto 776690 manifestará que el efecto producido es equivalente á elevar á un pie este número de libras. Y dividiéndole por 1123164, fuerza motriz empleada en el mismo tiempo de una hora, resulta que el *efecto útil* es en este caso 0,692. El cual, comparado con el que hemos obtenido de la actual (231), que es 0,545, resulta que en el *efecto útil de nuestra noria perfeccionada*, hay 0,147 de mas; este número, comparado con el producto actual 0,545, equivale á muy cerca de un 27 por 100, que es mas de la cuarta parte. Pero este mayor producto se consigue con ménos gastos; luego nuestra *noria perfeccionada* tiene la doble ventaja de que con ménos capitales empleados se obtienen mayores utilidades efectivas. Para espresar estas con números, y presentar al mismo tiempo el modo del calcular el coste de este género de obras, que es lo que los Arquitectos llaman el *avance*, nos propondrémos el calcular el gasto que originaría el hacer hoy una noria en el mismo parage que la del Convento de Jesus, tanto por el sistema con que está construida la que existe é igual con ella en todas sus partes, como por mi nueva construccion *perfeccionada*, para comparar dichos gastos entre sí.

La embocadura del pozo es de 13 pies, y su ancho $4\frac{1}{2}$; y el vestido de fábrica de ladrillo tiene de grueso $1\frac{1}{2}$ pie por lo que la longitud de dicha embocadura para hacer la escavacion como la actual, deberá tener 16 pies; y el ancho de la escavacion deberá ser de $7\frac{1}{2}$ pies. Multiplicando estos dos números, resulta que la planta de la escavacion tendrá 120 pies cuadrados. La profundidad del pozo es 60 pies; luego si multiplicamos la superficie 120 por 60 obtendrémos que la escavacion será de 7200 pies cúbicos, que hacen 266,67 varas cúbicas. Cada vara cúbica de escavacion en noria ó pozo cuesta actualmente á 7 reales; luego los gastos de escavacion serán 1867.

Puesto que la superficie de la planta de la escavacion es 120 pies cuadrados, y el hueco ó vano tiene 13 pies de largo y $4\frac{1}{2}$ de

ancho, la superficie de la planta de dicho hueco ó vano será de 58,5 pies superficiales. Si restamos estos de los 120 pies, que es la planta de la escavacion, nos resultan 61,5 pies cuadrados para la planta ó base del vestido de fábrica de ladrillo; los cuales multiplicados por los 60 pies de altura, resultan 3690 pies cúbicos de fábrica de ladrillo, que á razon de 4 reales el pie cúbico, que es el precio regular ó medio en el dia, resulta que el vestido de ladrillo cuesta 14760 reales. El coste de la máquina de la noria de Jesus, si se hiciese nueva en la actualidad segun me dijo el *Sr. Mata*, sería unos 4000 reales. Los gastos de la cadena, que es preciso formar en la planta, ascenderán á unos 250 reales; la maroma, arcaduces, lias, &c., podrémos reputar que cuestan 450 reales. Por lo que el coste de hacer una noria como la que existe en el Convento de Jesus Nazareno de esta Corte, igual en un todo á ella, y que representamos en planta (fig. 28 lám. 4) ascenderá á unos 21327 reales vellon. Veamos ahora el coste que resultaría por mi nuevo sistema de *noria perfeccionada*. El radio de la rueda del agua es de 3,25 pies; por consiguiente, su diámetro será de 6,5 pies. Añadiendo á esto 4 pies, esto es, 2 pies por cada lado, hay lo suficiente para que los cajones ó arcaduces no choquen ó sacudan el revestimiento del pozo á causa de los bamboléos que suele sufrir la maroma, ya por la desigualdad del tiro de la caballería, ya por cualquiera otra circunstancia. Y resultará el largo de la embocadura 10,5 pies, y su ancho en nuestra construccion es muy suficiente de 4 pies; luego la planta del hueco ó vano de nuestro pozo tendrá 10,5 pies de largo y 4 de ancho, que hacen 42 pies cuadrados. El vestido en nuestro caso deberá empezar por abajo con pie y medio de grueso, é ir disminuyendo en forma de escarpa hasta la parte superior que termine en un pie. De esta construccion resultan cuatro ventajas notables: 1.ª el agua, que pueda caer, va escurriendo por el plano inclinado que forma dicha escarpa y no perjudica á la fábrica; 2.ª sirve de botarel para sostener mejor el terreno; 3.ª se ahorra parte de la fábrica, y 4.ª es mas segura la construccion, y por consiguiente mas permanente la obra. Por lo cual, podrémos suponer que el grueso medio del revestido de ladrillo en nuestra construccion sea de 1¼ pies; lo cual da para la longitud de la escavacion 13 pies; y para su ancho 6½ pies. Por consiguiente, la planta de la escavacion, que se ha de hacer, tendrá 84,5 pies cuadrados; y si de estos restamos la planta del hueco ó vano, que es 42, nos resultan 42,5 pies cuadrados para la planta del vestido de ladrillo. Multiplicando 84,5 por 60,

que es la profundidad total del pozo, con lo que ocupa el agua &c. tendrémos 5070 pies cúbicos de escavacion, que hacen 187,8 varas cúbicas; que á razon de 7 reales la vara cúbica, importan 1315 reales.

Si multiplicamos los 42,5 pies cuadrados, que es la planta del del vestido de ladrillo, por la altura 60, nos resultan 2550 pies cúbicos de fábrica de ladrillo; que á razon de los mismos 4 reales que cuesta la construccion de cada uno por término medio, resultan 10200 para el coste del vestido del pozo.

El gasto de la máquina segun el *Sr. Mata* en este caso, será de unos 2600 reales. Los demas gastos de cadena, maroma, arcaduces ó cajones, soguillas &c. &c. serán los mismos que en el caso anterior; por lo que el coste total de establecer una *noria perfeccionada* por mi sistema ascenderá á 14815 reales; que son 6512 reales vellon ménos que por el sistema actual. Comparando este ahorro con los 14815 reales vellon que se necesitan gastar solamente, resulta que se economiza 0,439 del valor necesario.

Supongamos que la utilidad que resulte por causa de la noria actual sea de 1000 reales al año, que viene á ser 4,69 por 100 del coste. Ella eleva 7979,989 libras cada hora, en virtud de lo espuesto (231). La construida por mi sistema eleva por hora 18212,494 libras: y como el producto que rindan es proporcional á la cantidad de agua, resulta que para encontrar lo que producirá esta cantidad de agua, lo hallarémos por esta proporcion 7979,989 : 1000 : : 18212,494 : al cuarto término, que resulta ser 2282 reales. Esta cantidad equivale al 15,4 por 100 del capital empleado, que *es mas del* triplo *de lo que rendiría la noria hecha por el método actual.*

Ademas de esta utilidad directa é inmediata, resultan otras muchas del establecimiento de norias por mi sistema. En efecto, la desigualdad de las facultades pecuniarias de las personas de la sociedad origina en todas partes que haya mayor número de personas que estén en disposicion de gastar 14815 reales, que el número de que puedan gastar 21327 reales; y por consiguiente se podrán hacer mas norias por mi sistema que por los actuales: y esto producirá un aumento de pública prosperidad, pues con ménos gastos habrá mayor produccion, los frutos abundarán mas, costarán ménos y resultará un gran bien general.

270 *Profundidad de 45 pies.* Multiplicando 45 por 0,25 y extrayendo la raiz cuadrada, obtendrémos para el radio de la rueda

del agua 3,354 pies. Supondrémos que aun sea el polígono de 14 lados el que se inscriba, y tendrémos que multiplicar el valor 0,445 que se halla en la tabla para el lado del dicho polígono, por el radio 3,354; lo cual nos da 1,49253 pies, que hacen 23,8 dedos; valor suficiente para poder colocar el cajon cómodamente y que vierta bien.

Supongamos que el peso de toda la máquina sea 60 arrobas; estas, á razon de 5 onzas, originarán una pérdida por causa del rozamiento de 300 onzas, que hacen 18,75 libras; que rebajadas de 89,14, que es la fuerza de la caballería, quedan 70,39 libras de potencia efectiva. Y la (ec. H § 244) nos dará para la cantidad de agua, con que se podrá equilibrar, teniendo en consideracion los rozamientos $\frac{70,39\times20}{1,017\times3,604}=\frac{1407,8}{3,665}=384,12$ libras, que hacen 15,36 arrobas. Se necesitan para contener esta cantidad de agua 21,79 cajones; de estos hay con agua sobre la rueda 3,5; luego desde el nivel del pozo hasta el centro de la rueda del agua debe haber 18,29 cajones. Dividiendo la profundidad 45 por el lado del polígono, que es 1,493, se halla 30,1; es decir, que se podrán colocar 30,1 cajones entre dicho nivel y el diámetro horizontal de la rueda, y los 3,5 que se pueden colocar aplicados al cuadrante ascendente superior de la circunferencia de la rueda, son 33,6; se necesitan solo 21,79; luego resulta que podrémos conseguir una cómoda colocacion poniendo dos cajones en dos lados contiguos y dejando un lado del polígono vacío ó sin cajon. En este caso, en la primera vuelta de la rueda derramarán en la artesilla 10 cajones; en la segunda, verterán 9 cajones; en la tercera otros 9: en la cuarta otros 10; en la quinta 9; en la sexta otros 9, &c. Es decir, que en cada 3 vueltas consecutivas se vaciarán 28 cajones. Por cossiguiente, en las 100 vueltas, se vaciarán en la artesilla 933,333 cajones. Y como cada cajon contiene 17,625 libras de agua, entre todos derramarán en la artesilla 16449,99 libras, que hacen 350 pies cúbicos.

Para dirigirnos á encontrar el *efecto útil*, necesitamos de antemano fijar la altura del suelo de la artesilla sobre el centro del eje; con este objeto, observarémos que de las 60 arrobas que suponemos pesa toda la máquina, las 45 corresponderán próximamente á la rueda del agua con sus agregados, y añadiendo las 15,36 que pesa el agua, componen entre todo 60,36 arrobas, que exigen los mismos gorrones y ejes que en el caso anterior. Por lo que, al fondo de la artesilla le podrémos suponer el mismo, esto es, 0,396 de pie

sobre el centro de la rueda del agua y 45,396 pies sobre el nivel del pozo. Si multiplicamos por este número las 16449,99 libras que pesa toda el agua que se aprovecha en la artesilla, tendrémos que el *efecto producido* será equivalente á elevar 746763,75 libras á un pie de altura. Y si dividimos esta cantidad por la fuerza motriz ejercida, que es 1123164, nos resultará 0,665 para el *efecto útil.*

271 *Profundidad de 50 pies.* Corresponde al radio de la rueda del agua 3,535 pies; é inscribiendo un polígono de 15 lados, resulta para el lado 1,4698 pies, que hacen 23,5 dedos.

Continuando el cálculo del mismo modo que en los ejemplos anteriores, se halla que la colocacion de los cajones deberá ser la siguiente: poner dos cajones seguidos y despues dejar un hueco; luego un cajon dejando otro hueco; y despues poniendo dos y dejando un hueco; y en seguida uno y un hueco. De modo, que está reducido á dejar un hueco alternadamente entre dos cajones y un cajon. De este modo caerán en la artesilla en una hora 15862,5 libras de agua, que hacen 337,5 pies cúbicos.

Los gorrones y mayor grueso del eje en su medio vienen á ser los mismos que en el caso anterior; por lo que la altura á que se aprovecha el agua será 50,396; y multiplicando por este número las 15862,5 libras de agua que se elevan, resulta 799406,55 para el efecto producido; y dividiendo dicho número por la fuerza motriz empleada, que es (§ 265) 1123164, se obtiene 0,711 para el *efecto útil.*

272 *Profundidad de 55 pies.* El radio de la rueda del agua resulta 3,708 pies; y el lado del polígono de 16 lados tendrá 1,4468 pies, que hacen 23,1488 dedos. Y continuando el cálculo como en los casos anteriores, resulta que el número de cajones que se pueden colocar desde el nivel del pozo al punto mas alto de la rueda del agua son 42; los que se necesitan son 19,49; y se conseguirá próximamente este objeto, colocando un cajon y dejando un lado hueco cinco veces de seguida, y despues dejar dos lados huecos; luego un espacio con cajon y otro vacío cinco veces consecutivas, y luego dejando dos espacios vacíos, y así sucesivamente. De este modo, resultará que en una hora caerán en la artesilla 12924,99 libras de agua, que hacen próximamente 275 pies cúbicos.

Aquí todavía resulta el grueso de los gorrones y del eje en el medio, así como el fondo de la artesilla respecto del centro de la rueda, el mismo que en el caso anterior. Por lo que el efecto producido

resulta ser equivalente á elevar 715992,75 libras á un pie de altura; y 0,637 el *efecto útil.*

En este caso, sería mas ventajoso el hacer uso de dos caballerías en estas dos circunstancias, á saber: cuando abundasen las caballerías, ó cuando abundase el agua. En efecto, si abundase el agua, se debe establecer la noria para que se pongan en ella dos caballerías; de lo cual resulta que con una sola máquina se saca mas que el doble del producto. Es decir que una sola noria que tenga por consiguiente el agua abundante y dispuesta para ser movida por dos caballerías, da mas producto que dos norias iguales, movidas cada una por su caballería; la razon es que los rozamientos, por causa de todas las partes que se equilibran, son los mismos, y esta fuerza motriz ménos se consume inútilmente. Por lo cual, desde aquí en adelante, plantearémos el cálculo, no solo para una caballería, sinó para el número de que sean susceptibles. Aun cuando no abunde el agua, si abundan las caballerías, tambien es ventajoso disponer la noria para dos, porque en una hora con dos caballerías que tiren de una noria dispuesta para ellas, se eleva mas agua que en dos horas con una sola caballería. Pero si no abundase el agua, ni sobrasen las caballerías, sería mas conveniente disponer la noria para una sola caballería, con el fin de evitar al Labrador ó propietario el que tenga que emplear un capital en comprar otra caballería.

Sentado esto, dispongamos nuestra noria para dos caballerías; y á fin de que no se desperdicie potencia, acomodemos los radios de la rueda del aire y del agua de modo que esté ocupada con cajones toda la parte de maroma comprendida entre el nivel del pozo y el punto superior de la rueda del agua.

El radio de esta será el mismo, á saber 3,708 pies; el lado del polígono de 16 lados será el mismo, á saber 1,4468 pies; y se podrían colocar 42 cajones, que, á razon de 17,625 libras cada uno, hacen que el agua suspensa en ellos pese 740,250 libras, que hacen 29,61 arrobas. Estas, á razon de 7 onzas cada arroba, causarán una pérdida de fuerza motriz por causa del rozamiento, de 207,27 onzas, que hacen 12,954 libras. Sumadas estas con las 20 libras, á que equivalen los rozamientos procedentes del peso equilibrado de la máquina, componen 32,954 libras. Siendo dos las caballerías, y reputándose cada una como dotada de una fuerza motriz equivalente á 89,14 libras, entre las dos causarán un esfuerzo de 178,28 libras; de las que restadas las 32,954, quedan efectivas para equilibrarse con el peso del agua suspensa en los cajones 145,326 libras.

Y pues nos proponemos el que nada se pierda de esta fuerza, y queremos que esto se consiga determinando el radio conveniente de la rueda del aire, en vez de hacer un estudio para ver los cajones que se han de quedar vacíos, &. sustituirémos en la (ec. *A* § 170) 145,326 en vez de *P*; 20 en vez de *PC*; 3,708 en vez de *rO*; 740,250 en vez de *Q*; 3,958 en vez de *RO*, quedando indeterminada la *Cr*; y se nos convertirá en 145,326.20.3,708= =740,25.3,958.*Cr*; ó practicando las operaciones, se tendrá 10777,37616=2929,9095.*Cr*; que dividiendo por lo que multiplica á *Cr*, tendrémos *Cr*=3,678, que quiere decir que será menor el radio de la rueda del aire; y que por consiguiente mientras la caballería y rueda del aire den una vuelta, la rueda del agua dará solo $\frac{3,678}{3,708}$ de vuelta; por consiguiente el número de dientes de las ruedas del aire y del agua deberán estar en la misma razon que los radios; lo que se conseguirá muy aproximadamente, haciendo que el número de dientes de la rueda del aire sea 36, y el de la del agua 37; lo que no estará mal proporcionado. De este modo, en las 100 vueltas que da la caballería en una hora, dará la rueda del agua

$$100.\frac{3,678}{3,708}=99,191$$

vueltas. En cada una se elevan 16 cajones; luego el número de cajones que derramarán el agua en la artesilla durante la hora, será 1587,056 que, á razon de 17,625 libras de agua cada uno, darán 27971,86 libras de agua, que hacen 595,15 pies cúbicos, que en efecto es mas del doble de los 275 pies cúbicos por hora que sacamos en el otro caso.

Para encontrar el *efecto útil* debemos de antemano fijar la altura del suelo de la artesilla. Y para esto observarémos que el peso que carga sobre los gorrones, lo podrémos reputar en unos 20 quintales; y en virtud de las (tablas del § 179 Lib. 5) corresponde al mayor grueso del eje si es de roble ó álamo negro 5 pulgadas y 6 líneas; en la parte mas delgada 4½ pulgadas; y el diámetro de los gorrones, siendo de fierro forjado, de 2 pulgadas y 2½ líneas. Por consiguiente, podrémos suponer que el fondo de la artesilla se halle 5 pulgadas ó 0,4167 de pie mas alto que el centro de la rueda del agua; y 55,4167 pies que el nivel del pozo. Luego si multiplicamos por este número, las 27971,86 libras de agua, que se

elevan en la hora, tendrémos que el efecto producido será equivalente á elevar 1550108,17 libras á un pie de altura.

Ahora, la fuerza motriz empleada es de 2246328 pies; pues son dos las caballerías; luego si dividimos por esta cantidad las 1550097 libras á que equivale el efecto producido, tendrémos 0,690 para el *efecto útil.*

273 *Profundidad de 60 pies.* El radio de la rueda del agua es 3,873 pies; y suponiendo que los aguadores en dicha circunferencia sean 17, el lado del polígono de 17 lados será 1,4233 pies, que hacen 22,7728 dedos.

Supongamos que el peso de toda la máquina sea de 68 arrobas. Estas, á razon de 5 onzas por arroba, darán para la pérdida de fuerza motriz originada por causa del rozamiento, 340 onzas, que hacen 21,25 libras.

Estando contenido el lado del polígono en la profundidad 42,15 veces, tendrémos que entre el nivel del pozo y el centro de la rueda del agua se podrán poner 42,15 cajones, y 4,25 que se aplicarán al cuadrante superior ascendente de dicha rueda, componen en todo 46,4 cajones, que contendrán entre todos 817,8 libras que hacen 32,712 arrobas. Estas, á razon de 7 onzas, producirán un rozamiento de 228,984 onzas, ó 14,3115 libras, que reunidas á las 21,25 libras de pérdida originada por el rozamiento de las partes que se equilibraban, componen entre todas 35,5615, que restadas de las 178,28 á que equivale el esfuerzo de las dos caballerías, quedan efectivas 142,7185 libras para equilibrarse con las 817,8 libras que es la resistencia. En este caso, aun podrá ser mas conveniente y sencillo el indagar el valor que debe tener el radio de la rueda del agua para que no se pierda potencia, que el indagar los huecos que se deben dejar en los cajones. Por lo que la (ec. *A* § 170) nos dará despues de efectuar las sustituciones y ejecutar las operaciones $Cr=3,279$. Luego la relacion de los números de dientes de dichas ruedas, debiendo ser la de sus radios, será bastante aproximadamente la de 38 á 33; y el número de vueltas que dará la rueda del agua durante la hora, será 84,663; y como en cada una se vacian 17 cajones en la artesilla, resultarán 1439,271 cajones, que habrán derramado 25367,15 libras de agua y hacen 539,727 pies cúbicos.

Podrémos suponer todavía la misma distancia 0,4163 de pie del fondo de la artesilla al centro de la rueda del agua, lo que dará para la altura del espresado fondo sobre el nivel del agua en el pozo

60,4163 pies: los cuales multiplicados por las 25367,07 libras, dan para el *efecto producido* 1532584,52 libras; y dividiendo esto por 2246328 que es la fuerza motriz empleada por las dos caballerías, resulta 0,682 para el *efecto útil.*

Dispongamos esta noria para una sola caballería. Con este objeto, supondrémos que el peso total de la máquina sea solo de 66½ arrobas, en atencion á que ahora hay ménos cajones ó arcaduces. A razon de 5 onzas producirán 20,781 libras, las cuales restadas de las 89,14 que es el esfuerzo de la caballería, dejan efectivas 68,359. Y para encontrar ahora la cantidad de agua suspensa en los arcaduces que estas pueden equilibrar, teniendo en consideracion los rozamientos, la (ec. *H* § 244) nos dará, despues de hechas las sustituciones y practicado las operaciones, 326,06 libras, las cuales necesitan 18,499 cajones. Pero desde el nivel del pozo hasta el punto mas alto de la rueda del agua se pueden colocar 46,4. Luego en el espacio de 46 cajones, solo se han de poner 18; lo cual se consigue muy aproximadamente colocando un cajon y dejando un hueco vacío; luego un cajon, dejando dos vacíos, y continuando del mismo modo hasta ocho veces esta colocacion; despues se pondrá un cajon dejando dos espacios vacíos; y luego un cajon dejando otros dos espacios vacíos, y continuando todo lo anterior del mismo modo, en las 100 vueltas que da la caballería, vaciarán 666,667 cajones, que derramarán en la artesilla 11750 libras de agua, que hacen 250 pies cúbicos. Suponiendo el mismo grueso de gorrones y eje, aunque aquí debería ser algo menor, podrémos reputar que el fondo de la artesilla se encuentra 60,4163 pies mas alto que el nivel del pozo; y multiplicando este número por el agua elevada, tendrémos que el *efecto producido* será 709891,525; y dividiendo esto por la fuerza motriz empleada por la caballería, se encuentra 0,632 para el *efecto útil.*

274 *Profundidad de* 65 *pies.* El radio correspondiente á la rueda del agua es 4,031 pies. El lado del polígono de 18 lados resulta ser 1,3999 pies, que hacen 22,398 dedos.

Supongamos que el peso de toda la máquina sea de 72 arrobas; estas á razon de 5 onzas por arroba, producirán 22,5 libras de pérdida por causa del rozamiento. Y si suponemos solo una caballería, quedarán 66,64 de las 89,14 libras de esfuerzo que puede ejercer. Y haciendo las sustituciones convenientes en la (ec. *H* § 244) tendrémos para la cantidad de agua con que se podrá equilibrar dicha potencia, teniendo en consideracion el rozamiento, 306,11 libras, que

necesitan 17,37 cajones para contenerse. Si dividimos los 65 pies de altura por 1,3999 lado del polígono, se tiene 46,4 cajones; y los 4,5 que se pueden aplicar al cuadrante superior ascendente de dicha rueda, se tendrán en todo 50,9 cajones, que podrémos suponer 51; pero solo se necesitan poner 17,37; luego la disposicion que se deberá dar es la siguiente: colocar un cajon, y dejar dos lados vacíos; lo que hará que en cada vuelta viertan solo 6 cajones; y en las 100 vueltas que da la caballería, serán 600 los cajones que vaciarán en la artesilla, y 10575 las libras de agua que se derramarán, que hacen 225 pies cúbicos. Supondrémos el mismo grueso de gorrones y eje en el medio; de donde resulta que podrémos reputar que el fondo de la artesilla esté 65,4163 pies mas alto que el nivel del pozo; lo cual nos dará para el *efecto producido* 691777,37; y 0,615 para el *efecto útil.*

Supongamos que sea mas conveniente el emplear dos caballerías. En este caso, rebajando las 22,5 libras que causa el rozamiento, de 178,28 que es el esfuerzo de las dos caballerías, queda de potencia efectiva 155,78 para equilibrarse con el agua que han de contener los cajones, y con el rozamiento que produce; y la (ec. H § 244) da para la cantidad de agua que se deberá contener en los cajones atendiendo al rozamiento que produce, 715,57 libras, que necesitan para contenerse 40,6 cajones. Y como ya hemos dicho, al tratar del caso de una caballería, que entre la superficie del pozo y el punto mas alto de la rueda del agua, se podrán colocar 50,9 cajones, resulta que la disposicion de estos en la maroma deberá ser la siguiente: 4 cajones consecutivos y un vacío en toda la estension de la maroma; con lo cual, en cada 5 vueltas se derramarán 72 cajones; y en las 100 vueltas que dan las caballerías, se derramarán 1440 cajones, que á razon de 17,625 libras, producirán 25380 libras durante una hora, que hacen 540 pies cúbicos. Podrémos suponer el mismo grueso de gorrones y eje en el medio, y por consiguiente que el fondo de la artesilla, que es donde se aprovecha el agua, esté los mismos 65,4163 pies mas alto que el nivel del pozo; por lo que el *efecto producido* será 1666265,69; y siendo aqui la fuerza motriz empleada 2246328, resulta 0,742 para el *efecto útil.*

Repetimos que cuando se pongan dos caballerías, no debe hacerse como representa la (fig. 32 lám. 5), sinó de modo que ambas estén diametralmente opuestas ó vayan en los estremos del diámetro. Con lo cual el árbol de la rueda del aire no causará casi ningun rozamiento girando entre la carrera y la argolla que se llama *medio punto.*

275 *Profundidad de 70 pies.* El radio de la rueda del agua debe ser 4,183 pies. El lado del polígono de 19 lados es 1,377 pies, que hacen 22 dedos. Suponiendo que la máquina pese 76 arrobas; estas, á razon de 5 onzas, producirán 23,75 libras de pérdida por causa del rozamiento, y suponiendo que se ponga una sola caballería, quedarán solo de potencia efectiva 65,39 libras; y la (ec. *H* § 244) dará para la cantidad de agua, que se elevará con esta potencia atendiendo al rozamiento, 290 libras; que necesitan 16,45 cajones. Pero, estando contenido el lado 1,377 pies del polígono en la profundidad 50,83 veces, y aplicándose al cuadrante ascendente superior de la rueda del agua 4,75 cajones, resulta que entre el nivel del pozo y el punto superior de la rueda del agua se podrán colocar 55,58 cajones; y para que en dicho espacio haya solo 16,45 será necesario disponerlos del modo siguiente: un cajon y dejar dos lados consecutivos vacíos, repitiéndose esto tres veces de seguida; y despues un cajon y tres espacios vacíos; y continuando por el mismo órden en toda la longitud de la maroma, resulta que en las 100 vueltas que da la caballería en una hora, se derraman 562,5 cajones, y caerán en la artesilla 9914,06 libras de agua, que hacen 210,94 pies cúbicos.

Suponiendo que se dé el mismo grueso á los gorrones y al medio del eje, que en el caso anterior, se podrá disponer de modo que el fondo de la artesilla esté 70,4163 pies sobre el nivel del pozo; lo que dará para el *efecto producido* 698111,42 libras elevadas á un pie; y 0,621 para el *efecto útil.*

Dispongámosla para dos caballerías. En este caso, la fuerza motriz empleada es 178,28 libras; restando de ella las 23,75 que causa el rozamiento de toda la máquina, quedan 154,53 libras. Y para encontrar la cantidad de agua, que, atendiendo al rozamiento que ella causa, puede equilibrarse con dicha fuerza motriz, harémos las sustituciones convenientes en la (ec. *H* § 244); y tendrémos que la cantidad de agua, que deberá estar suspensa en los arcaduces, será 685,58 libras, que son 27,42 arrobas, y necesitan 38,9 cajones. Se pueden colocar entre el nivel del pozo y el punto superior de la rueda del agua 55,58; luego será necesario colocarlos del modo siguiente: se repetirá por cinco veces consecutivas el poner dos cajones y dejar un espacio hueco; luego se pondrá un cajon y un espacio hueco; y despues se continuará indefinidamente poniendo cinco veces dos cajones seguidos y un espacio hueco, y despues un cajon y un espacio hueco, &c. De este modo resulta que en las 100 vueltas que dan

las caballerías en la hora, se vaciarán 1220 cajones, que derramarán 21502,5 libras ó 457,5 pies cúbicos.

Para determinar en este caso el *efecto útil*, observarémos, que al mayor grueso del eje, si es de álamo negro corresponden 6 pulgadas en este caso; al menor grueso de dicho eje 4 pulgadas y 2 líneas, y á los gorrones de fierro forjado 2 pulgadas y 3 líneas; por lo que podrémos suponer que el fondo de la artesilla se halle 5½ pulgadas =0,45833 pies sobre el centro de la rueda del agua, y 70,45833 sobre el nivel del pozo. Y multiplicando este número por las 21502,5 libras que se aprovechan en el fondo de la artesilla, resulta que el *efecto producido* en una hora es equivalente á elevar 1515030,24 libras á un pie de altura. Y dividiendo por la fuerza motriz empleada, que, siendo dos las caballerías, es 2246328, resulta 0,674 para el *efecto útil.*

276 *Profundidad de 75 pies.* El radio de la rueda del agua resulta de 4,330 pies. Corresponde al lado del polígono de 20 lados 1,355 pies, que hacen 21,68 dedos.

Supongamos que la máquina pese 80 arrobas. Estas, á razon de 5 onzas la arroba, producirán una pérdida, por causa del rozamiento, de 25 libras. Si disponemos la noria para una sola caballería, debemos restar del esfuerzo que esta ejerce, que es equivalente á 89,14 dichas 25 libras y quedan 64,14 de potencia efectiva; y haciendo las sustituciones convenientes en la (ec. *H* § 244), resulta para la cantidad de agua, que se deberá contener suspensa en los cajones, teniendo en consideracion los rozamientos que causa, 275,4 libras, que necesitan 15,625 cajones.

Dividiendo la profundidad 75 por 1,355 que es el lado, resulta que entre el nivel del pozo y el centro de la rueda del agua se podrán colocar 55,35 cajones; y añadiendo los 4 que se aplicaran al cuadrante ascendente superior de la rueda del agua, hacen en todo 59,35 cajones. Y para disponerlos en este caso, se conseguirá muy próximamente colocando un cajon y dejando tres lugares vacíos catorce veces de seguida; y luego poniendo un cajon y tres lugares vacíos; y despues, continuando del mismo modo, en las 100 vueltas que anda la caballería, vaciarán 500 cajones, que derramarán en la artesilla en una hora 8812,5 libras de agua, que hacen 187,5 pies cúbicos.

Suponiendo que el fondo de la artesilla se halle sobre el centro de la rueda del agua la misma cantidad 0,45833 de pie, se hallará 75,45833 pies mas alto que la superficie del pozo; luego si multiplicamos este número por el 8812,5 de las libras de agua ele-

vadas, resulta para el *efecto producido* 664976,53; y 0,592 para el *efecto útil.*

Dispongamos la noria para dos caballerías. Con este objeto, las 25 libras de fuerza motriz que extinguen los rozamientos, restadas del esfuerzo 178,28 que ejercen las dos caballerías, quedan 153,28 libras de potencia efectiva. Haciendo las sustituciones en la (ec. *H* § 244) resulta que el agua que deben contener los cajones, para equilibrarse con esta potencia, es 658,14 libras, que necesitan 37,34 cajones. Y como se pueden poner 59,35 entre el nivel del pozo y el punto superior de la rueda del agua, se conseguirá esto muy próximamente, colocando dos veces de seguida dos cajones y dejando uno vacío; y luego uno lleno y uno vacío; y continuando del mismo modo, en las 100 vueltas, que dan las caballerías en la hora, vaciarán 1250 cajones, que derramarán 22031,25 libras de agua, que hacen 468,75 pies cúbicos.

Podrémos suponer la misma distancia 75,45833 pies del nivel del pozo al suelo de la artesilla donde se aprovecha el agua; luego si multiplicamos este número por el agua elevada en la hora, tendrémos 1662441,33 para el *efecto producido*; y dividiéndole por por 2246328 que es la fuerza motriz empleada por las dos caballerías, se tiene 0,740 para el *efecto útil.*

Podemos disponer esta noria tambien para tres caballerías, teniendo presente para su colocacion que deben ponerse equidistantes, lo que se consigue haciendo que las tres palancas formen entre sí ángulos de 120 grados. En este caso, la fuerza motriz de las tres caballerías, será de 267,42 libras; quitando las 25 que consumen los rozamientos de la máquina, quedan 242,42 libras de fuerza motriz efectiva; y la (ec. *H* § 244) nos dará 1040,9 libras; que necesitan 59,05 cajones, que vienen á ser los que caben en su altura. Por consiguiente, en este caso, no hay mas que poner un cajon en cada espacio correspondiente á un lado del polígono, Y en cada vuelta tanto de la caballería como de las ruedas del aire y del agua se derramarán en la artesilla 20 cajones; y en las 100 vueltas que dan las caballerías en la hora, vaciarán 2000 cajones, que derramarán 35250 libras de agua, que hacen 750 pies cúbicos.

Para dirigirnos á encontrar el *efecto útil*, convendrá que examinemos el diámetro de los gorrones y mayor grueso del eje en su medio. Las 1040,9 libras de agua que han de estar suspensas en los arcaduces componen 41,6 arrobas. De las 80 arrobas que podrémos suponer pesa la máquina, reputarémos que las 58 corresponden á la

rueda del agua y sus agregados; las cuales unidas á las 41,6 del agua, componen 99,6 que vienen á ser 25 quintales, que por las tablas del (§ 179 Lib. 5) corresponde al mayor grueso del eje si es de roble ó álamo negro 6 pulgadas y 5 líneas; á sus estremos 4 pulgadas y 5 líneas; y al grueso de los gorrones, siendo de fierro forjado, 2 pulgadas y 5 líneas. Por consiguiente, podrémos suponer el fondo de la artesilla unas 6 pulgadas ó 0,5 de pie mas alto que el centro de la rueda del agua, y 75,5 pies mas alto que el nivel del pozo. Luego si multiplicamos este número por las 35250 libras de agua que, cayendo en la artesilla, son las que se aprovechan, tendrémos que el *efecto producido* será equivalente á elevar 2661375 libras á un pie de altura; y dividiéndole por 3369492 que es la fuerza motriz empleada por las tres caballerías, tendrémos 0,790 para el *efecto útil*.

277 *Profundidad de 80 pies.* El radio de la rueda del agua será 4,472. Corresponde al lado del polígono de 21 lados 1,333 pies, que hacen 21,328 dedos. Suponiendo que la máquina pese 84 arrobas, estas á razon de 5 onzas por arroba, producirán 26,25 libras de pérdida por causa del rozamiento. Si disponemos la noria para una sola caballería, deberémos restar esta pérdida de 89,14 y quedan 62,89 de potencia efectiva; y haciendo las sustituciones convenientes en la (ec. *II* § 244), resulta 261,933 libras; que necesitan para contenerse 14,86 cajones que vienen á ser 15 cajones.

Dividiendo 80 por 1,333 resulta que entre el nivel del pozo y el centro de la rueda del agua se podrán colocar 60 cajones, y 5,25 que se aplicarán al cuadrante ascendente superior, hacen en todos 65,25; y para que pasando 65,25 lados derramen en la artesilla 14,86 cajones, lo conseguirémos haciendo la colocacion siguiente: se pondrán dos veces de seguida un cajon, dejando cuatro espacios vacíos; despues un cajon y tres espacios vacíos; y así se procederá hasta haber colocado todos los posibles en la maroma. De este modo, en las 100 vueltas que da la caballería y por consiguiente las ruedas del aire y del agua, vaciarán en la artesilla 450 cajones, que derramarán 7931,25 libras de agua durante la hora; y equivalen á 168,75 pies cúbicos.

Suponiendo que el fondo de la artesilla se halle las mismas 6 pulgadas mas alto que el centro de la rueda del agua, estará 80,5 mas alto que el nivel del pozo; y multiplicando este número por las 7931,25 libras de agua que se aprovechan, tenemos que el *efecto producido* será 638465,625 libras, y el *efecto útil* 0,568.

Disponiendo la noria para dos caballerías, tendrémos que, restando las 26,25 libras de las 178,28 ejercidas, quedan 152,03 para la potencia efectiva; y haciendo las sustituciones correspondientes en la (ec. *H* § 244), resultan 633,19 libras, que necesitan 35,92 cajones para contenerse. Se pueden colocar entre el nivel del pozo y el punto mas alto de la rueda del agua 65,25; lo cual se conseguirá colocando estos del modo siguiente: una vez dos cajones y un espacio vacío; luego cuatro veces de seguida un cajon y un hueco; y repitiéndose todo esto del mismo modo, en las 100 vueltas, que dan las caballerías, vaciarán 1145,454 cajones, que derramarán en la artesilla 20188,63 libras de agua, que hacen 429,545 pies cúbicos.

Suponiendo aun que el fondo de la artesilla se halle los mismos 80,5 pies mas alto que el nivel del pozo, resulta que el *efecto producido* en una hora será 1625184,72 libras; y 0,723 el *efecto útil*.

Dispongamos la noria para tres caballerías; como el esfuerzo que estas ejercen equivale á 267,42 libras, restando de ellas las 26,25 que estinguen los rozamientos, quedan 241,17 libras de potencia efectiva; y la (ec. *H* § 244) dará 1004,456 libras de agua, que hacen 40,18 arrobas, y necesitan para contenerse 56,98 cajones. Y como desde el nivel del pozo al punto mas alto de la rueda del agua se pueden colocar 65,25 cajones, resulta que para conseguir nuestro objeto se deberá hacer la siguiente colocacion: poner 7 cajones seguidos y un hueco, repitiéndolo esto siete veces de seguida; y luego poniendo 8 cajones seguidos y dejando un lugar hueco; y luego, continuando del mismo modo, en las 100 vueltas que dan las caballerías, vaciarán en la artesilla unos 1811 cajones, que derramarán 31918,875 libras de agua, que hacen 679 pies cúbicos. Aun podemos suponer que el fondo de la artesilla diste la misma cantidad 0,5 de pie que en los casos anteriores, del centro de la rueda del agua; y por consiguiente, se hallará dicho suelo 80,5 pies sobre el nivel del pozo; lo cual dará 2569469,44 para el *efecto producido*; y 0,762 para el *efecto útil*.

278 *Profundidad de* 85 *pies*. El radio de la rueda del agua será 4,609. El lado correspondiente al polígono de 22 lados, es 1,3117 pies, que hacen 20,987 dedos; y aunque en una necesidad podríamos colocar el cajon en este intervalo, como esta necesidad no existe, inscribirémos el polígono de 21 lados; y tendrémos que dicho lado será 1,3739 pies, que hacen 21,98 dedos.

Supongamos que la máquina pese 88 arrobas. Estas, á razon de

5 onzas, producirán 27,5 libras de pérdida por causa del rozamiento; y si suponemos una sola caballería, quedarán efectivas 61,64 libras; y la (ec. *H* § 244) dará 249,55 libras, que hacen 9,98 arrobas, y necesitan para contenerse 14,159 cajones. Y como pueden colocarse entre el centro de la rueda del agua y el nivel del pozo 61,87 y 5,25 que se aplicarán al cuadrante superior ascendente, son 67,12 cajones; lo que se conseguirá colocándolos del modo siguiente: se pondrá un cajon dejando cuatro espacios vacíos tres veces consecutivas; luego se pondrá un cajon y se dejarán tres huecos; y se continuará del mismo modo en toda la estension de la maroma. Con lo cual, en las 100 vueltas que da la caballería en la hora, resultarán muy próximamente 437,5 cajones, que derramarán en la artesilla 7710,9375 libras de agua, que hacen 164,06 pies cúbicos.

Aquí podrémos suponer la misma distancia del centro de la rueda del agua al fondo de la artesilla, y por consiguiente dicho fondo se hallará 85,5 pies mas alto que el nivel del pozo; el *efecto producido* será 659285,156; y 0,587 el *efecto útil.*

Disponiendo la noria para dos caballerías, resulta que rebajando las 27,5 libras que estingue el rozamiento, de las 178,28 libras que es su potencia motriz, resultan 150,78 libras de potencia efectiva; y la (ec. *H* § 244) da 610,44 libras de agua, que necesitan 34,63 cajones para contenerse; y como se pueden colocar entre el nivel del pozo y el punto mas alto de la rueda del agua 67,12, se conseguirá muy próximamente colocándolos de este modo: se pondrán dos cajones seguidos; y luego se dejará un espacio vacío; despues se repetirá alternativamente uno lleno y otro vacío treinta y dos veces de seguida; con lo cual, en las 100 vueltas que dan las caballerías, verterán en la artesilla 1071,4 cajones, derramando 18883,43 libras, que hacen 401,775 pies cúbicos.

Aquí podemos suponer que el suelo de la artesilla esté los mismos 85,5 pies mas alto que el nivel del pozo; por consiguiente, multiplicando este número por las 18883,43 libras de agua, tendrémos 1604533,265 para el *efecto producido*, y 0,714 para el *efecto útil.*

Dispongamos la noria para tres caballerías, cuyo esfuerzo es 267,42 libras; y restando de él, las 27,5 que producen los rozamientos de la máquina, quedan 239,92 libras; y la (ec. *H* § 244) da 971,336 libras de agua, que hacen 38,853 arrobas; y necesitan 55,11 cajones para estar contenidas en ellos. Y como entre el nivel del pozo y el punto mas alto de la rueda del agua, se pueden

colocar 67,12 cajones, resulta que para conseguir el objeto, se deberán poner del modo siguiente: se colocarán 5 cajones, despues se dejará un hueco; luego se pondrán cuatro veces de seguida cuatro cajones dejando despues de cada cuatro un hueco vacío; y luego, continuando por el mismo órden, en las 100 vueltas que dan las caballerías, se verterán en la artesilla 1686,666 cajones, ó 29727,53 libras de agua que hacen 632,5 pies cúbicos.

Todavía podemos suponer los mismos gruesos á los gorrones y eje en el medio, y por consiguiente el fondo de la artesilla estará 85,5 pies mas alto que el nivel del pozo; el *efecto producido* será 2541763,82 libras; y 0,754 el *efecto útil.*

279 *Profundidad de* 90 pies. El radio de la rueda del agua será 4,743 pies. El lado del polígono de 22 lados es 1,3499 pies, que hacen 21,5984 dedos.

Supongamos que la máquina pese 92 arrobas. Estas, á razon de 5 onzas, producirán 460 onzas, ó, lo que es lo mismo, 28,75 libras de pérdida de fuerza motriz causada por los rozamientos; y si disponemos la noria para una sola caballería, su esfuerzo 89,14 quedará reducido á 60,39 libras. Y la (ec. *H* § 244) da 237,85 libras, que necesitan 13,5 cajones para contenerse.

Si dividimos los 90 pies de profundidad, por 1,3499, que es el lado del polígono de 22 lados, tendrémos que se podrán colocar entre el nivel del pozo y el centro de la rueda del agua 66,67 cajones, y con los 5,5 que se aplicarán al cuadrante superior ascendente, componen 72,17 cajones. Lo que se conseguirá colocando un cajon, y dejando cinco lugares vacíos; despues un cajon y cuatro lugareses vacíos; y así sucesivamente; con lo cual en las 100 vueltas vaciarán en la artesilla durante la hora 400 cajones, que derramarán 7050 libras de agua, que componen 150 pies cúbicos.

Aquí podemos suponer que los gorrones y eje de la rueda del agua sean los mismos, y que el fondo de la artesilla diste del centro de dicha rueda las mismas 6 pulgadas ó 0,5 de pie, y por consiguiente que dicho fondo diste del nivel del pozo 90,5 pies. Por lo cual, el *efecto producido* será 638025 libras, y dividiéndole por la fuerza motriz empleada por la caballería, tendrémos 0,568 para el *efecto útil.*

Dispongamos la noria para dos caballerías; y tendrémos que restando las 28,75 de 178,28 que es el esfuerzo de las dos, quedarán 149,53 libras de potencia efectiva, y la (ec. *H* § 244) da 588,93 libras de agua, que hacen 23,56 arrobas, y necesitan 33,4

cajones; y como entre el nivel del pozo y el punto mas alto de la rueda del agua se pueden colocar 72,17 cajones, resulta que se deberán colocar del modo siguiente: se pondrá un cajon dejando un hueco por 5 veces consecutivas; despues se colocará un cajon dejando dos huecos: luego se pondrá por cuatro veces consecutivas un cajon dejando un hueco, y luego otro cajon dejando dos huecos; repitiéndose todo esto sucesiva é indefinidamente por toda la maroma. De este modo, en las 100 vueltas que dan las caballerías, vaciarán 1011,111 cajones, que derramarán 17820,8 libras de agua en una hora, ó, lo que es lo mismo, 379,2 pies cúbicos de agua. Aun podemos suponer el mismo grueso á los gorrones y al eje en su medio; y que por consiguiente el fondo de la artesilla esté 90,5 pies mas alto que el nivel del pozo. Por esta razon, el *efecto producido* será 1612782 libras; y dividiendo esto por 2246328 que es la fuerza motriz empleada por las dos caballerías, tendrémos 0,718 para el *efecto útil.*

Preparemos esta noria para tres caballerías, cuyo esfuerzo es 267,42, que restando las 28,75 que destruyen los rozamientos, quedan 238,67 de potencia efectiva; y la (ec. *H* § 244) da para el agua que en este caso se equilibrará con dicha potencia 940 libras, que necesitan 53,3 cajones para contenerse. Y como entre el nivel del pozo, y el punto mas alto de la rueda del agua, se pueden colocar 72,17 cajones, resulta que deberémos hacer la siguiente colocacion: tres cajones de seguida; á continuacion un hueco; luego dos cajones seguidos dejando otro hueco; y repitiéndose todo esto indefinidamente; con lo cual se tendrá que en las 100 vueltas que dan las caballerías en la hora vaciarán en la artesilla 1600 cajones, que derramarán 28200 libras de agua, que hacen 600 pies cúbicos.

Aquí podemos suponer que el fondo de la artesilla se halle á los mismos 90,5 pies mas alto que el nivel del pozo; por consiguiente, multiplicando este número por las 28200 libras de agua elevada, tendrémos que el *efecto producido* será 2552100; y dividiendo esta cantidad por la fuerza motriz empleada por las tres caballerías, que es 3369492, resulta 0,757 para el *efecto útil.*

Las tres caballerías deben colocarse de modo que sus brazos de palanca respectivos formen entre sí ángulos de 120 grados.

Esta noria puede ya disponerse cómodamente para cuatro caballerías; estas ejercerán un esfuerzo de 356,56 libras; que disminuidas en las 28,75 que destruyen los rozamientos, quedan de potencia efectiva 327,81 libras; y la (ec. *H* § 244) dará 1291,1 libras

de agua, que hacen 51,64 arrobas, y necesitan 73,25 cajones, para estar contenida en ellos; y como solo se pueden colocar 72,17, resulta que falta 1 cajon; es decir, que en este supuesto, se desperdicia una cantidad de fuerza motriz equivalente á un cajon en cada 72; y aunque podríamos conseguir una absoluta exactitud, hallando el radio de la rueda del aire que convenga para que no se pierda potencia alguna, no lo ejecutarémos, porque esta pérdida no excede de los límites ordinarios en que se hacen los cómputos. Y pues ahora toda la longitud de la cuerda, cadena ó maroma, está llena de cajones, en cada vuelta se derramarán 22 y en las 100, que dan las caballerías en la hora, vaciarán 2200, que depositarán en la artesilla 38775 libras de agua, que hacen 825 pies cúbicos.

Para dirigirnos á encontrar su *efecto útil*, debemos hallar de antemano el grueso de los gorrones, el del eje en su medio, y por consiguiente la distancia del fondo de la artesilla al centro de la rueda del agua. Con este objeto, supondrémos que la máquina pese 92 arrobas, de las que 67 correspondan á la rueda del agua con todos sus enseres, equipage ó agregados. Estas, reunidas á las 51,64 que pesa el agua suspensa en los cajones, componen 118,64 arrobas; que en virtud de las tablas del (§ 179 Lib. 5), el mayor grueso del eje deberá ser 6 pulgadas y 2 líneas, cuando es de roble ó álamo negro; y en sus extremos 4 pulgadas y 7 líneas. Y el diámetro del gorron, hecho de fierro forjado, será de 2 pulgadas y 6 líneas. Por consiguiente, el fondo de la artesilla puede hallarse todavía á la misma distancia 90,5 sobre el nivel del pozo. Luego, si multiplicamos este número por las 38775 libras, resulta que el *efecto producido* en una hora será 3509137,5; y dividiendo esto por 4492656, que es la fuerza motriz empleada por las cuatro caballerías, resulta 0,781 para el *efecto útil.*

Las cuatro caballerías deben colocarse de modo que se hallen aplicadas á palancas que formen entre sí ángulos rectos.

280 *Profundidad de* 95 *pies.* El radio de la rueda del agua será 4,873. El lado del polígono de 22 lados será 1,3869 de pie, que hacen 22,19 dedos.

Supongamos que la máquina pese 96 arrobas. Estas, á razon de 5 onzas cada arroba, producirán una pérdida de fuerza motriz por causa del rozamiento, de 30 libras; y si disponemos la noria para una caballería, quedará reducida la potencia efectiva á 59,14 libras; y la (ec. H § 244) nos dará para la cantidad de agua que se equilibra con ella 227,02 libras de agua, que hacen 9,08 arro-

bas, y necesitan 12,9 cajones. Dividiendo los 95 pies de profundidad por 1,3869 de pie, resulta que entre el nivel del pozo y el centro de la rueda del agua se podrán colocar 68,5 cajones; y 5,5 que se aplicarán al cuadrante superior ascendente, componen 74. Lo cual se conseguirá muy aproximadamente colocándolos del modo siguiente: se pondrá un cajon dejando cuatro lugares vacíos dos veces de seguida; despues cinco veces de seguida un cajon con cuatro espacios vacíos; y se procederá por el mismo órden en toda la longitud de la maroma. Con lo cual se verificará que en las 100 vueltas que da la caballería vaciarán 433 cajones, que derramarán 7631,6 libras de agua, que hacen 162,4 pies cúbicos en una hora.

Suponiendo la misma distancia del suelo de la artesilla al centro de la rueda del agua que en el caso anterior, dicho fondo distará del nivel del pozo 95,5 pies. Luego, si multiplicamos por este número las 7631,6 libras de agua elevadas, resulta que el *efecto producido* equivale á elevar 728817,8 libras de agua á un pie de altura; y dividiendo este número por la fuerza empleada, resulta 0,649 para el *efecto útil.*

Dispongamos esta noria para dos caballerías y tendrémos que, restando del esfuerzo 178,28 que ejercen estas, las 30 libras que destruyen los rozamientos, quedan 148,28 de potencia efectiva; y la (ec. *H* § 244) nos dará para la cantidad de agua que se equilibrará con ella 569,2 libras, que hacen 22,77 arrobas; y necesitan 32,3 cajones para estar contenida en ellos. Y como entre el nivel del pozo y el punto mas alto de la rueda del agua, se pueden colocar 74, se conseguirá esto poniéndolos del modo siguiente: se colocará un cajon dejando dos huecos; despues se pone un cajon dejando un hueco; despues un cajon y dos huecos; uno y un hueco repetido dos veces; en seguida un cajon dejando dos huecos; despues un cajon dejando un hueco dos veces de seguida. Y se repite todo esto indefinidamente desde el principio en toda la longitud de la cuerda, maroma ó cadena. De este modo, en las 100 vueltas que dan las caballerías, vácian en la artesilla 933 cajones, que derramarán 16444 libras de agua durante la hora, que hacen 349,9 pies cúbicos.

Suponiendo la misma distancia 95,5 del fondo de la artesilla al nivel del pozo, resultará que el *efecto producido* será 1570402; y el *efecto útil* 0,699.

Dispongamos esta noria para tres caballerías, cuyo esfuerzo reunido será de 267,42 libras, que disminuidas en 30 que destruyen los rozamientos, quedan 237,42; y la (ec. *H* § 244) nos dará

para la cantidad de agua que se equilibrará con ella 911,4 libras, que necesitan 51,71 cajones. Y como pueden colocarse 74 entre el punto mas alto de la rueda del agua y el nivel del pozo, se conseguirá nuestro objeto por medio de la siguiente colocacion: se pondrán dos cajones seguidos y uno vacío tres veces de seguida; luego se pondrán tres cajones consecutivos, y un espacio vacío; en seguida dos cajones consecutivos, dejando un lugar vacío; repetido esto dos veces, y luego tres cajones consecutivos y un lugar vacío. Despues se repetirá todo esto desde el principio en toda la longitud de la maroma, cuerda ó cadena; con lo cual, en las 100 vueltas que dan las caballerías, vaciarán 1533 cajones, que derramarán 27019 libras de agua, que hacen 574,9 pies cúbicos durante la hora.

Todavía podemos suponer, que el fondo de la artesilla esté 95,5 pies mas alto que el nivel del pozo; luego, si multiplicamos este número por las 27019 libras de agua que se aprovechan, tendrémos que el *efecto producido* será 2580314,5; y 0,766 el *efecto útil*.

Dispongamos la noria para cuatro caballerías; y tendrémos que, restando las 30 libras que consumen los rozamientos, de las 356,56, que es el esfuerzo total que ejercen, quedan de potencia efectiva 326,56; y la (ec. *H* § 244) da 1253,59 libras, que hacen 50,14 arrobas, y necesitan 71 cajones para contenerse; y como entre el nivel del pozo, y el punto mas alto de la rueda del agua, se pueden colocar 74 cajones, se conseguirá esto muy aproximadamente poniendo 23 cajones consecutivos y dejar luego un hueco ó espacio sin cajon; repitiéndose lo mismo indefinidamente. De este modo, en las 100 vueltas, que dan las caballerías, vaciarán 2150 cajones, que derramarán 37893,75 libras de agua, que hacen 806 pies cúbicos durante la hora.

Aun podemos suponer que el fondo de la artesilla esté mas alto que el centro de la rueda del agua 0,5 de pie; y por consiguiente que dicho fondo esté 95,5 pies mas alto que el nivel del pozo; luego, si multiplicamos este número por 37893,75 libras de agua, que son las elevadas, tendrémos que el *efecto producido* será 3618853; y 0,806 el *efecto útil*.

Hemos hallado que cuando la noria correspondiente á esta altura estaba dispuesta para una caballería, su *efecto útil* era 0,649; cuando se disponía para dos caballerías, dicho *efecto* era 0,699; cuando se disponía para tres, su *efecto útil* era 0,766: y cuando para cuatro, que es lo regular que debe ser, el expresado *efecto útil* es

0,806. Y como este es el mayor de todos, resulta que en general conviene disponer la noria para todo el conjunto de caballerías necesarias para equilibrarse con el agua de todos los cajones que se pueden colocar entre el nivel del pozo, y el punto mas alto de la rueda del agua. Por lo cual, de aquí en adelante calcularémos la noria que sea susceptible del mayor número de caballerías; y si nos hemos tomado hasta aquí todo este trabajo, ha sido en favor de los Labradores y propietarios de pocos fondos; para no privar á ninguno de este recurso; pues aun les puede ser ventajoso para sacar partido, cuando no puedan disponer mas que de una caballería. Pero tratándose ya de profundidades de 100 ó mas pies, se debe suponer al propietario que puede profundizar tanto, en disposicion de emplear el número competente de caballerías.

281 Entendido esto, pasemos á calcular la noria para la *profundidad de* 100 *pies*. El radio de la rueda del agua será 5 pies; y el lado del polígono de 23 lados será 1,3615 pies que hacen 21,784 dedos. Y suponiendo que el peso de toda la máquina sea de 102 arrobas, estas, á razon de 5 onzas por arroba, producen 31,875 libras de pérdida por los rozamientos: y disponiendo la noria para cuatro caballerías, su esfuerzo será 356,56 libras, que, disminuidas en las 31,875 que ya hemos dicho destruye el rozamiento, quedan 324,685 libras de potencia efectiva; y la (ec. *H* § 244) nos da 1216,28 libras, que hacen 48,65 arrobas, y necesitan 69 cajones.

Si dividimos la profundidad 100 pies por 1,3615 de pie, que es el lado, se tiene 73,45; y como en el cuadrante superior ascendente se aplicarán 5,75 cajones, resulta, que entre todos se podrán colocar 79,2 cajones; lo cual se conseguirá poniendo 7 de seguida, dejando luego un hueco; y despues tres veces seis cajones seguidos, dejando un lugar vacío; y repitiéndose todo esto indefinidamente, resultará que en las 100 vueltas, vaciarán 1986 cajones, que derramarán en la artesilla 35003 libras de agua, que hacen 744,7 pies cúbicos.

Supongamos que de las 102 arrobas que pesa toda la máquina, las 74 correspondan á la rueda del agua con todos sus agregados; si á estas añadimos las 48,64 que pesa el agua suspensa en los cajones, resultan 122,64 arrobas; y en virtud de las tablas del (§ 179 Lib. 5) corresponde al mayor grueso del eje, si es de roble ó álamo negro 6 pulgadas y 2 líneas; al menor 4 pulgadas y 9 líneas, y 2 pulgadas y 7 líneas á los gorrones si son de fierro forjado. Por con-

siguiente, podrémos suponer que el suelo de la artesilla esté 0,6 de pie mas alto que el centro de la rueda del agua, y 100,6 pies mas alto que el nivel del pozo. Luego, si multiplicamos este número por las 35003 libras de agua que se aprovechan en la artesilla, tendrémos que el *efecto producido* será 3521302; y 0,784 el *efecto útil*.

282 *Profundidad de* 110 *pies*. El radio de la rueda del agua será 5,244; el lado del polígono de 24 lados es 1,3692 pies, que hacen 21,9 dedos. Y suponiendo que el peso de toda la máquina sea de 108 arrobas, estas, á razon de 5 onzas, producirán 33,75 libras de pérdida por causa de los rozamientos; y disponiendo la noria para cuatro caballerías, ejercerán un esfuerzo de 356,58 libras; de las que rebajadas las 33,75 que consumen los rozamientos, quedan 322,81 libras: y la (ec. *H* § 244) da 1155,58 libras, que hacen 46,223 arrobas; y necesitan 65,56 cajones para contenerse. Y como en la altura 110 pies se halla contenido 80,35 veces el lado 1,3692, se podrán colocar otros tantos cajones, y 6 que se han de aplicar al cuadrante superior ascendente, componen entre todos 86,35 cajones. Por lo cual, se deberán colocar del modo siguiente: se pondrán cuatro cajones seguidos, dejando un lugar vacío; despues se pondrán seis veces de seguida tres cajones dejando un hueco; y así se procederá indefinidamente. De este modo, en las 100 vueltas que dan las caballerías, vaciarán en la artesilla 1820 cajones, que derramarán 32078 libras de agua, que componen 683 pies cúbicos.

Aun podemos suponer que la distancia del fondo de la artesilla al centro de la rueda del agua sea la misma cantidad 0,6 de pie; por lo que dicho fondo distará del nivel del pozo 110,6 pies; y multiplicando este número por las 320,78 tendrémos que el *efecto producido* será 3547827, y 0,790 el *efecto útil*.

283 *Profundidad de* 120 *pies*. El radio de la rueda del agua es 5,477; y el lado del polígono de 25 lados 1,3731 pies que hacen 21,97 dedos.

Supongamos que el peso de toda la máquina sea de 114 arrobas. Estas, á razon de 5 onzas cada una, producirán 35,625 libras de pérdida por causa de los rozamientos; y quedará reducido el esfuerzo de las cuatro caballerías, á 320,935 libras efectivas, y la (ec. *H* § 244) da 1102 libras, que necesitan 62,5 cajones. Y como dividiendo la profundidad 120 pies por 1,3731 resulta 87,39; y en el cuadrante superior ascendente se pueden colocar 6,25 cajones, resulta que, entre el punto mas alto de la rueda

del agua y el nivel del pozo, se podrán colocar 93,64; lo que se conseguirá aproximadamente poniendo 2 cajones seguidos, y dejando luego un vacío; y continuando del mismo modo en toda la longitud de la maroma, resulta que en las 100 vueltas que dan las caballerías en la hora, verterán en la artesilla 1666,66 cajones, que derramarán 29374,88 libras, que hacen 624,99 pies cúbicos.

Podemos aun suponer que el fondo de la artesilla diste del centro de la rueda del agua 0,6 de pie; por lo que dicho fondo se hallará 120,6 pies mas alto que el nivel del pozo; y multiplicando este número por las 29374,88 libras, que es el agua elevada, resulta que el *efecto producido* es 3542611, y 0,789 el *efecto útil.*

284 *Profundidad de* 130 *pies.* El radio de la rueda del agua es 5,7, y el lado del polígono de 26 lados 1,3737 pies, que hacen 21,98 dedos.

Supongamos que el peso de toda la máquina sea de 120 arrobas. Estas, á razon de 5 onzas, producirán 37,5 libras de pérdida en la fuerza motriz; y si disponemos la noria para cinco caballerías, estas ejercerán un esfuerzo de 445,7 libras, que disminuidas en 37,5 que consumen los rozamientos, quedan de potencia efectiva 408,2 libras; y la (ec. *H* § 244) da 1349,4 libras que hacen 53,98 arrobas; y necesitan 76,6 cajones para contenerse. Y como en la altura de 130 pies está contenido 94,63 veces el lado 1,3737 del polígono, se podrán colocar otros tantos cajones; y los 6,5 que se aplicarán en el cuadrante superior ascendente de la rueda del agua componen 101 cajones; por lo que se dispondrán del modo siguiente: se colocarán 4 cajones seguidos dejando un espacio vacío; y continuando indefinidamente se tendrá que en las 100 vueltas que dan las caballerías en la hora, vaciarán 2080 cajones, que derramarán 36660 libras de agua, que hacen 780 pies cúbicos.

Para determinar el *efecto útil*, deberémos examinar el grueso de los gorrones, y el mayor del eje en el medio, para fijar el fondo de la artesilla. Con este objeto, supondrémos que de las 120 arrobas que pesa toda la máquina, las 86 correspondan á la rueda del agua con todos sus enseres. Reunidas estas á las 53,98 que pesa el agua contenida en los cajones, componen 139,98 arrobas; que en virtud de las tablas del (§ 179 Lib. 5.) dan para el mayor grueso en el medio del eje, si es de roble ó álamo negro 6 pulgadas y 11 líneas; para el grueso de los estremos de dicho eje, 4 pulgadas y 11 líneas; y para el diámetro de los gorrones si son de fierro forjado, 2 pulgadas y 8 líneas. Por lo que podemos suponer aun, que

el fondo de la artesilla diste del centro de la rueda del agua 0,6 de pie; lo que dará 130,6 para la distancia entre dicho fondo y el nivel del pozo. Por lo que multiplicando este número por las 36660 libras, resultará que el *efecto producido* será 4787796; y 0,853 el *efecto útil.*

285 *Profundidad de* 140 *pies.* El radio de la rueda del agua es 5,916; y el lado del polígono de 27 lados 1,3737 pies, que hacen 21,98 dedos.

Suponiendo que el peso de toda la máquina sea 126 arrobas, estas á razon de 5 onzas, producirán una pérdida por causa de los rozamientos de 39,375 libras. Restadas de 445,7 que es el esfuerzo de las cinco caballerías, quedan 406,325 libras de potencia efectiva; y la (ec. *H* § 244) da 1296 libras que hacen 51,8 arrobas, y necesitan 73,5 cajones.

Dividiendo la profundidad 140 por 1,3737 hallarémos que entre el centro de la rueda del agua y el nivel del pozo, se pueden colocar 101,9 cajones; que con los 6,75 que se aplicarán al cuadrante superior ascendente de la rueda del agua, componen 108,65. Por lo cual, se colocarán del modo siguiente: se pondrán doce veces de seguida 3 cajones, dejando vacío un hueco; luego se pondrán 2 cajones y se dejará un hueco: repitiéndose todo esto indefinidamente, resulta que en las 100 vueltas que dan las caballerías, vaciarán 2000 cajones, que derramarán 35250 libras de agua, que hacen 750 pies cúbicos durante la hora. Aun podemos suponer que el fondo de la artesilla diste del centro de la rueda del agua 0,6 de pie; y por consiguiente que entre el espresado fondo y el nivel del pozo, haya 140,6 pies; luego si multiplicamos este número por las 35250 libras de agua que se aprovechan, tendrémos que el *efecto producido* es 4956150 y el *efecto útil* 0,883. Las cinco caballerías se deberán colocar de modo que se hallen aplicadas á brazos de palanca que formen entre sí ángulos de 72 grados; y para que no debiliten el árbol se podrán colocar á diversas alturas de él.

286 *Profundidad de* 150 *pies.* El radio de la rueda del agua será 6,124 pies; é inscribiendo un polígono de 29 lados, se tendrá para el lado 1,324 de pie, que componen 21,18 dedos.

Supongamos que el peso de toda la máquina sea de 132 arrobas. Estas, á razon de 5 onzas por arroba, producirán 41,25 libras de pérdida por los rozamientos; y suponiendo que sean ya seis las caballerías, ejercerán un esfuerzo de 534,84 libras; de las que restadas las 41,25 que consumen los rozamientos, quedan 493,59 libras; y

la (ec. H § 244) da 1523 libras que hacen 60,9 arrobas, y necesitan 86,4 cajones para contenerse.

Dividiendo 150 por 1,324, resulta que se podrán colocar entre el centro de la rueda del agua y el nivel del pozo 113,3 cajones; y añadiendo 7,25 que se aplicarán al cuadrante superior ascendente, componen entre todos 120,55. Por lo cual, se deberán colocar del modo siguiente: se pondrán 3 cajones de seguida, y despues se dejará un lugar vacío; luego 2 cajones seguidos, dejando un lugar vacío; y continuando así indefinidamente, resulta que en las 100 vueltas que dan las caballerías en la hora, vaciarán 2075 cajones, que derramarán 36571,9 libras de agua, que hacen 778 pies cúbicos.

Para dirigirnos á encontrar el *efecto útil*, deberémos examinar el grueso de los gorrones, y eje en su medio para poder fijar el fondo de la artesilla. Con este objeto observarémos que de las 132 arrobas que suponemos pesa toda la máquina, reputarémos que las 94 correspondan á la rueda del agua con todos sus enseres; y añadiendo las 60,9 que pesa el agua contenida en los cajones, resultan entre todas 154,9 arrobas; y en virtud de las tablas (§ 179 Lib. 5) tendrémos para el mayor grueso del eje, si es de roble ó álamo negro 7 pulgadas; para el grueso de sus estremos 5 pulgadas y 1 línea; y el grueso de los gorrones si son de fierro forjado, será de 2 pulgadas y 9 líneas. Por lo cual, podrémos suponer que el fondo de la artesilla diste la misma cantidad 0,6 de pie, del centro de la rueda del agua, y 150,6 del nivel del pozo. Por lo que, si multiplicamos este número por las 36571,9 libras de agua, que se aprovechan en la artesilla, tendrémos que el *efecto producido* será 5507728; y 0,817 el *efecto útil*.

Estas seis caballerías se deberán disponer en brazos de palanca que formen entre sí ángulos de 60 grados.

287 *Profundidad de* 160 *pies*. El radio de la rueda del agua será 6,325 pies. El lado del polígono de 31 lados será 1,2795 pies que hacen 20,47 dedos.

Supongamos que toda la máquina pese 138 arrobas. Estas, á razon de 5 onzas, causan 43,125 libras de pérdida por los rozamientos.

Disponiendo la noria para siete caballerías, ejercerán un esfuerzo de 623,98 libras; que disminuidas en las 43,125 que destruyen los rozamientos, quedan reducidas á 580,855 libras de potencia efectiva; y la (ec. H § 244) da 1737,3 libras que necesitan 98,6 cajones.

Si dividimos la profundidad 160 por 1,2795, resulta que se po-

drán colocar entre el centro de la rueda del agua y el nivel del pozo 125,05 cajones; y 7,75 que se han de aplicar al cuadrante superior ascendente de la rueda del agua, componen entre todos 132,8 cajones. Por lo cual, la colocacion será la siguiente: se pondrán cuatro veces de seguida 3 cajones, dejando un lugar vacío; luego se pondrán dos cajones dejando un lugar vacío; y se repetirá todo esto indefinidamente; con lo cual en las 100 vueltas que dan las caballerías, vaciarán 2300 cajones, que derramarán 40537,5 libras, que hacen 862,5 pies cúbicos. Aun podemos suponer que el fondo de la artesilla diste del centro de la rueda del agua 0,6 de pie; y por consiguiente del nivel del pozo 160,6 pies. Luego, si multiplicamos este número por las 40537,5 libras de agua que se aprovechan, tendrémos que el *efecto producido* será 6510322,5 libras; y 0,828 el *efecto útil.*

Las siete caballerías deberán colocarse de modo, que los brazos respectivos de palanca á que se hallen aplicadas formen entre sí ángulos de 51½ grados

288 *Profundidad de* 170 *pies.* El radio de la rueda del agua es 6,519 pies; el lado del polígono de 32 lados 1,2777 pies, que hacen 20,44 dedos.

Supongamos que el peso de toda la máquina sea 144 arrobas. Estas, á razon de 5 onzas, producen 45 libras de pérdida por los rozamientos; y disponiendo la noria para ocho caballerías, ejercerán un esfuerzo de 713,12 libras, que disminuidas de 45 que consumen los rozamientos, quedan 668,12 de potencia efectiva; y la (ec. *H* § 244) da 1941,08 libras que hacen 77,64 arrobas, y necesitan 110,13 cajones.

Si dividimos 170 por 1,2777, resulta que entre el centro de la rueda del agua y el nivel del pozo, se podrán colocar 133,05 cajones; y con los 8 que se aplicarán al cuadrante superior ascendente, componen un total de 141,05; lo cual se conseguirá con mucha aproximacion del modo siguiente: se repetirá cuatro veces de seguida el poner 4 cajones dejando un lugar vacío; despues se pondrán 3 cajones dejando un hueco intermedio; luego tres veces de seguida 4 cajones con un hueco intermedio; luego 3 cajones con un hueco intermedio; y repitiéndose todo esto desde el principio indefinidamente, se tendrá que en las 100 vueltas, que dan las caballerías; vaciarán 2566,66 cajones, que derramarán 45237,38 libras de agua en una hora, que hacen 962,5 pies cúbicos.

Aun podemos suponer que el fondo de la artesilla esté la misma

cantidad 0,6 de pie sobre el centro de la rueda del agua, y por consiguiente que dicho fondo esté 170,6 pies mas alto que el nivel del agua en el pozo. Luego si multiplicamos este número por las 45237,38 libras de agua, que se aprovechan, tendrémos que el *efecto producido* será 7717497 libras; y dividiendo esto por 8985312; que es la *fuerza motriz* empleada por las ocho caballerías, nos resulta 0,859 para el *efecto útil.*

Las ocho caballerías se deberán disponer de modo que los brazos de palanca á que se hallen aplicadas formen entre sí ángulos de 45 grados.

289 *Profundidad de* 180 *pies.* El radio de la rueda del agua será 6,708 pies. El lado del polígono de 33 lados será 1,2752 pies, que componen 20 dedos.

Supongamos que el peso de toda la máquina sea de 150 arrobas. Estas, á razon de 5 onzas cada una, producirán 46,875 libras de pérdida por los rozamientos; y suponiendo que se disponga la noria para nueve caballerías, ejercerán un esfuerzo de 802,26 libras; que disminuidas en 46,875 que destruyen los rozamientos, quedan 755,385 de potencia efectiva; y la (ec. *H* § 244) da 2135 libras; que necesitan 121 cajones.

Si dividimos 180 por 1,2752, resulta que entre el centro de la rueda del agua y el nivel del pozo se podrán colocar 141,15 cajones; y los 8,25 que se podrán aplicar al cuadrante superior ascendente de la rueda del agua, componen un total de 149,4 cajones; y su colocacion deberá ser como sigue: se pondrán 4 cajones dejando un espacio vacío; y así se continuará indefinidamente. Con lo cual, en las 100 vueltas que dan las caballerías en la hora, vaciarán 2640 cajones que derramarán 46530 libras de agua ó 990 pies cúbicos en una hora.

Aun podemos suponer que el fondo de la artesilla esté 0,6 de pie mas alto que el centro de la rueda del agua; y por consiguiente 180,6 sobre el nivel del pozo. Luego, si multiplicamos este número por las 46530 libras, resultará para el *efecto producido* 8403318; y 0,831 para el *efecto útil.*

Las nueve caballerías se deberán colocar de modo que los brazos respectivos de palanca formen entre sí ángulos de 40 grados.

290 *Profundidad de* 190 *pies.* El radio de la rueda del agua será 6,892; y corresponde al lado del polígono de 34 lados 1,2716 de pie, que hacen 20,3456 dedos.

Supongamos que el peso de toda la máquina sea 156 arrobas. Es-

tas, á razon de 5 onzas, producirán 48,75 libras de pérdida por los rozamientos; y suponiendo que se disponga la noria para diez caballerías, producirán un esfuerzo de 891,4 libras; que disminuidas en las 48,75 que destruyen los rozamientos, quedan de potencia efectiva 842,65 libras. Y la (ec. *H* § 244) dará 2320,39 que necesitan 131,7 cajones para contenerse.

Dividiendo 190 por 1,2716, resulta que entre el centro de la rueda del agua y el nivel del pozo, se podrán colocar 149,4 cajones; que reunidos á los 8,5 que se podrán aplicar al cuadrante superior ascendente, componen juntos 157,9 cajones, ó mas bien 158; por lo que se deberán colocar del modo siguiente: se pondrán 5 cajones seguidos, dejando un hueco en toda la longitud de la maroma; con lo cual, en las 100 vueltas que dan las caballerías en una hora, vaciarán en la artesilla 2833 cajones, que derramarán 49931,6 libras de agua que hacen 1062,4 pies cúbicos.

Aun podemos suponer la misma distancia 0,6 de pie, del fondo de la artesilla al centro de la rueda del agua, y por consiguiente que el espresado suelo diste del nivel del pozo 190,6 pies. Por lo que multiplicando este número por las 49931,6 libras de agua, que se aprovechan en la artesilla, se tendrá 9516963 para el *efecto producido*; y 0,847 para el *efecto útil*.

Las diez caballerías se deberán colocar á brazos de palanca que formen entre sí ángulos de 36 grados; pudiéndose colocar á diversas alturas del árbol para que no le debiliten.

291 *Profundidad de 200 pies.* El radio de la rueda del agua será 7,071 pies. El lado del polígono de 35 lados es 1,2671 pies que hacen 20,27 dedos.

Supongamos que el peso de toda la máquina sea de 162 arrobas. Estas, á razon de 5 onzas cada una, producen una pérdida en la potencia motriz, igual á 50,625. Y disponiendo la noria para once caballerías, producirán un esfuerzo de 980,54; que disminuido en las 50,625 que destruyen los rozamientos, quedan 929,915 de potencia efectiva; y la (ec. *H* § 244) da 2498 libras, que hacen 99,9 arrobas, y necesitan 141,7 cajones para contenerse.

Si dividimos 200 por 1,2671, tendrémos que entre el centro de la rueda del agua y el nivel del pozo, se podrán colocar 157,84 cajones; y agregándoles los 8,75 que se podrán colocar en el cuadrante superior ascendente de la rueda del agua, componen un total de 166,59 cajones. Los cuales se deberán disponer del modo siguiente: se colocarán una vez 7 cajones dejando un lugar vacío;

despues se pondrán seis veces de seguida 6 cajones y un lugar vacío; y continuando todo esto indefinidamente en toda la longitud de la maroma, cuerda ó cadena, tendrémos, que en las 100 vueltas que dan las caballerías en la hora, vaciarán 3033 cajones, que derramarán 53456,6 libras de agua, que hacen 1137,4 pies cúbicos.

Para calcular el *efecto útil*, examinarémos el mayor grueso del eje en su medio, para fijar la posicion del suelo de la artesilla. Con esta mira, supondrémos que de las 162 arrobas que pesa toda la máquina, las 114 corresponden á la rueda del agua con todos sus agregados; y añadiendo las 99,9 arrobas que pesa el agua contenida en los cajones, componen 213,9 arrobas, que hacen 53,48 quintales; y como este peso no se halla contenido ya en la tabla 1.ª del § 179, deberémos calcular el grueso de los gorrones si son de fierro fundido por la (ec. *a* § 166 Lib. 5); por la (ec. *b* § 167 Lib. 5) si son de fierro forjado; y multiplicando despues el valor que se haya obtenido para el grueso del de fierro fundido, por el factor constante 1,577, se tendrá el grueso del gorron de roble ó álamo negro, en virtud de lo espuesto (§ 177 Lib. 5). De todo lo cual resulta que el diámetro de los gorrones cuando son de fierro fundido será de 3 pulgadas y 7 líneas; si de fierro forjado 3 pulgadas y 1 línea; y si de roble ó álamo negro corresponde á los gorrones, ó lo que es lo mismo, á los estremos del eje 5 pulgadas y 8 líneas; y este mismo grueso debería ser en rigor el mayor grueso del eje en su medio; pues no equivaliendo la longitud total del eje á doce veces su diámetro, no hay necesidad, segun la tabla 3.ª (§ 179 Lib. 5) de multiplicar sinó por 1; pero nosotros, para calcular siempre de modo que no falsée la máquina por falta de solidez, supondrémos que el mayor grueso del eje en su medio sea 7 pulgadas y 8 líneas. El radio del eje en su mayor grueso será de 3 pulgadas y 10 líneas. Por consiguiente, todavía podrémos suponer que el fondo de la artesilla se halle la misma cantidad 0,6 de pie sobre el centro de la rueda del agua y 200,6 pies sobre el nivel del pozo. Luego, si multiplicamos por este número las 53456,6 libras de agua, que se aprovechan en la artesilla, resulta para el *efecto producido* 10723394; y 0,868 para el *efecto útil*.

Las once caballerías se deberán colocar de manera que los brazos de palanca, á que se apliquen, formen entre sí ángulos de 32 grados y 43 minutos; y para que no debiliten al árbol se podrán fijar á la circunferencia de una rueda que se suele llamar de *corona*, que se fije bien al árbol.

292 *Profundidad de* 300 *pies*. El radio de la rueda del agua será 8,660 pies; y el lado del polígono de 38 lados 1,4298 pies, que hacen 22,8768 dedos.

Supongamos que toda la máquina pese 200 arrobas. Estas, á razon de 5 onzas, producen 62,5 libras de pérdida por causa de los rozamientos. Y disponiendo la noria para doce caballerías, estas producirán un esfuerzo de 1069,68 libras; que disminuidas en las 62,5 que destruyen los rozamientos, quedan 1007,18 de potencia efectiva; y la (ec. H § 244) dará 2223 libras, que hacen 88,9 arrobas, y necesitan 126 cajones para contenerse.

Si dividimos 300 por 1,4298, tendrémos que entre el centro de la rueda del agua y el nivel del pozo, se podrán colocar 209,8 cajones; y añadiendo 9,5 que se aplicarán al cuadrante superior ascendente, componen entre todos 219,3 cajones. Lo que se conseguirá colocándolos del modo siguiente: se pondrán dos cajones seguidos, dejando un espacio vacío; y luego por dos veces 1 cajon y otro vacío; y repitiéndose todo esto indefinidamente, se conseguirá que en las 100 vueltas que dan las caballerías, vacien 2200 cajones, que derramarán 38775 libras de agua, que hacen 825 pies cúbicos.

Para calcular el *efecto útil*, examinarémos el diámetro de los gorrones, y el mayor grueso del eje en su medio, con el fin de poder fijar la distancia del fondo de la artesilla al centro de la rueda del agua. Con este objeto, observarémos que de las 200 arrobas que suponemos pesa toda la máquina, las 144 podrán corresponder á la rueda del agua con todos sus enseres; y añadiendo á estas las 88,9 que pesa el agua contenida en los cajones, resultan 232,9 arrobas, ó, lo que es lo mismo, 58,23 quintales, que no hallándose ya en la tabla 1.ª del § 179, calcularémos el grueso de los gorrones, y el mayor grueso del eje en su medio, segun hemos espresado (291); y se hallará que el diámetro del gorron cuando es de fierro fundido será de 3 pulgadas y 8 líneas; si es de fierro forjado será de 3 pulgadas y 2 líneas; y si es de roble ó álamo negro 5 pulgadas y 10 líneas; y por la misma razon del caso anterior, podrémos suponer que este sea el mayor grueso del eje en su medio; mas para que, por ningun acontecimiento falsée por falta de solidez, darémos 8 pulgadas al mayor grueso del eje en su medio; con lo cual el radio será de 4 pulgadas, quedando suficiente juego, suponiendo que el fondo de la artesilla esté la misma cantidad 0,6 de pie sobre el centro de la rueda del agua; y 300,6 sobre el nivel del pozo. Por consiguiente, multiplicando esta cantidad por las 38775 libras que se aprove-

chan, resulta para el *efecto producido* 11655765; y 0,865 para el *efecto útil.*

Las caballerías se deberán aplicar á brazos de palanca que formen entre sí ángulos de 30 grados.

293 *Profundidad de* 400 *pies.* El radio de la rueda del agua será 10 pies; y el lado del polígono de 41 lados 1,531 de pie; que son 24,5 dedos.

Supongamos que toda la máquina pese 230 arrobas. Estas, á razon de 5 onzas cada una, producen 71,875 libras de pérdida que destruyen los rozamientos. Y suponiendo que las caballerías sean catorce, ejercerán un esfuerzo de 1247,96 libras; que disminuidas en las 71,875 que destruyen los rozamientos, quedan 1176,085 libras de potencia efectiva; y la (ec. *H* § 244) da 2256,49 libras, que hacen 90,26 arrobas, y necesitan 128 cajones para contenerse.

Si dividimos 400 por 1,531 resulta que entre el centro de la rueda del agua y el nivel del pozo, se pueden colocar 261,27 cajones; y los 10,25 que se aplicarán al cuadrante superior ascendente de la rueda, compondrán 271,5. Por lo cual se deberán colocar del modo siguiente: se pondrá siete veces de seguida un cajon dejando un hueco vacío; luego se pondrá un cajon dejando dos huecos vacíos; y repitiéndose todo esto indefinidamente, resulta, que en las 100 vueltas que dan las caballerías, vaciarán 1650 cajones, que derramarán 29081 libras de agua, que hacen 618,7 pies cúbicos.

Para calcular el *efecto útil* examinarémos el grueso de los gorrones, y el mayor grueso del eje en su medio, con el fin de poder fijar la distancia del fondo de la artesilla al centro de la rueda del agua. Con este objeto observarémos que de las 230 arrobas que pesa toda la máquina, las 164 podrán reputarse que pertenecen á la rueda del agua con todos sus enseres: y añadiendo á estas las 90,26 que pesa el agua, compondrán 254,26, que equivalen á 63,565 quintales. Y por los medios espresados (291), hallarémos para el diámetro de los gorrones de fierro fundido 3 pulgadas y 9 líneas; para el de los de fierro forjado 3 pulgadas y 3 líneas; y 6 pulgadas para los de roble ó álamo negro; y por las razones dadas en el caso anterior, supondrémos que el mayor grueso en el medio sea 8½ pulgadas. Por lo que aun podrémos suponer que 0,6 esprese la distancia del fondo de la artesilla sobre el centro de la rueda del agua, y que 400,6 sea la distancia de dicho fondo al nivel del pozo. Y multiplicando por este número las 29081 libras, resulta para el *efecto producido* 11649848,6; el cual dividido por la fuerza mo-

triz empleada por las catorce caballerías que es 15724296, da 0,741 para el *efecto útil.*

Este resulta mucho menor que los anteriores, á causa de quedar sin cajones mas de la mitad de la maroma; lo cual nos quiere decir, que en este caso deben aplicarse mas de catorce caballerías. Estas se deberán colocar de manera que los brazos de palanca formen entre sí ángulos de 25 grados y 43 minutos próximamente.

294 *Profundidad de* 500 *pies.* El radio de la rueda del agua será 11,18 pies. El lado del polígono de 42 lados será 1,67 pies que hacen 26,7 dedos.

Supongamos que toda la máquina pese 260 arrobas. Estas, á razon de 5 onzas, producirán 81,25 libras de pérdida por los rozamientos.

Hasta aquí, el brazo de palanca de 20 pies origina una circunferencia de 125,66 pies, la cual es muy suficiente para poder colocar en ella las catorce caballerías que hemos empleado en el caso anterior; pues repartida la circunferencia entre 14 corresponde á cada una cerca de 9 pies; y como el tiro regular es de $7\frac{1}{2}$ pies, queda espacio suficiente á la guia. Pero ya no se pueden aplicar mas caballerías sin aumentar el brazo de palanca. Y como si aumentamos este, se corre el riesgo de la flexion de una vara tan larga, se evitará semejante inconveniente, fijando al árbol una rueda de las que suelen llamarse de *corona*, y haciendo salgan de ella las palancas necesarias. Ahora bien, esta profundidad que consideramos es suficiente para contener el número de cajones que podrá sostener el esfuerzo de veinte caballerías; por esta razon, la noria se arreglará bastante bien, dando 10 pies de radio á la rueda de corona, y fijando en sus estremos, y á distancias iguales, 20 palancas de 20 pies de largo. En este caso, el brazo de palanca á que obran las caballerías será de 30 pies.

Las veinte caballerías, á razon de 89,14 libras cada una, producirán un esfuerzo de 1782,8 libras; que disminuidas en las 81,25 que destruyen los rozamientos, quedan reducidas á 1701,55 de potencia efectiva; y la (ec. *H* § 244) da 4391,47 libras, que hacen 175,66 arrobas, y necesitan 249,16 cajones para contenerse.

Si dividimos 500 por 1,67, resultará que entre el centro de la rueda del agua y el nivel del pozo podrémos colocar 299 cajones; que con los 10,5 que se han de aplicar al cuadrante superior ascendente, componen un total de 309,5, que se dispondrán del modo siguiente: se colocarán de una vez 5 cajones, y se dejará un espacio vacío; despues se colocarán tres veces de seguida 4 cajones dejando

un vacío; y repitiéndose esto indefinidamente, resultará que en cada vuelta vaciarán 34 cajones. Ahora debemos averiguar cuántas vueltas darán las caballerías durante una hora. Con este objeto, observarémos que la circunferencia correspondiente al radio de 30 pies es 188,4954 pies; y como las caballerías andan 3,5 pies por segundo, tardarán en andar una circunferencia 53,85 segundos; y en la hora podrán dar 66,85 vueltas; y como en cada una vierten 34 cajones, en todas ellas verterán 2272,9 cajones, que suministran 40059,9 libras de agua, que hacen 852 pies cúbicos.

Para dirigirnos á encontrar el *efecto útil*, observarémos que del peso total de la máquina podrémos suponer que correspondan 184 arrobas á la rueda del agua con todos sus enseres; y agregando á estas las 175,66 que pesa el agua, componen entre todas 359,66 arrobas, que hacen unos 90 quintales. Y por los medios espresados (291) hallarémos para el diámetro de los gorrones si son de fierro fundido 4 pulgadas y 3 líneas; si de fierro forjado 3 pulgadas y 8 líneas; y si de roble ó álamo negro 8 pulgadas y 11 líneas. Y por la razon allí dada supondrémos que el mayor grueso del eje en su medio sea 10½ pulgadas. Por esta razon podrémos suponer aun que 0,6 de pie esprese la distancia del fondo de la artesilla al centro de la rueda del agua; con lo cual, dicho fondo se hallará 500,6 pies mas elevado que el nivel del pozo. Luego, si multiplicamos esta cantidad por las 40059,9 libras, tendrémos 20053985,94 para el *efecto producido*; y 0,893 para el *efecto útil*.

Las veinte caballerías se colocarán de modo que sus brazos respectivos de palanca formen entre sí ángulos de 18 grados.

295 *Profundidad de 600 pies*. El radio de la rueda del agua es 12,247 pies; y el lado del polígono de 44 lados 1,7476, que hacen 27,96 dedos.

Supongamos que el peso de toda la máquina sea de 290 arrobas. Estas, á razon de 5 onzas cada una, producirán 90,625 libras de pérdida por causa de los rozamientos; que ya escede al esfuerzo de una caballería. Dispondrémos la noria en este caso para que la muevan veinte y cuatro caballerías; á cuyo efecto podríamos dar 15 pies de radio á la rueda á que se han de fijar las palancas de que han de tirar las espresadas caballerías, y 20 al brazo de cada palanca; en cuyo caso este brazo tendrá 35 pies. Pudieran aplicarse tambien las 20 caballerías al estremo de una palanca de 30 pies como en el caso anterior; y las otras 4 al estremo de la palanca regular de 20 pies, de modo que las 20 caballerías caminasen por un andén

de 30 pies de radio, y las otras por uno de 20 pies; pero en este caso, andando al mismo paso todas las caballerías, las esteriores darían la vuelta en mas tiempo que las de adentro; y esto sería un gravísimo inconveniente, tanto para las caballerías como para la máquina, la cual no podría ménos de estropearse é interrumpir su efecto. Por esta causa se presenta aquí la mas oportuna combinacion de las caballerías mayores con los bueyes ó vacas. En efecto, como estos animales andan las dos terceras partes que las caballerías mayores (§ 151 Lib. 5) darán una vuelta en la circunferencia de 20 pies de radio, mientras que las caballerías la dan en una de 30 pies. El esfuerzo de las 20 caballerías será de 1782,8 libras. Disminuidas estas en las 90,625 que destruyen los rozamientos, quedan de potencia efectiva 1692,175 libras; y como al estremo de la palanca de 30 pies obran solamente veinte caballerías, tenemos, que sustituyendo en la (ec. H § 244) la cantidad 1692,175 en vez de P; 30 pies en vez de PC, y 12,497 en vez de RO, tendrémos para la cantidad de agua con que se ha de equilibrar el esfuerzo de las 20 caballerías que tiran al estremo de la palanca de 30 pies, la espresion $\frac{1692{,}175.30}{1{,}017.12{,}497} = \frac{50765{,}250}{12{,}709} = 3994{,}4$ libras, que hacen 159,78 arrobas, y necesitan 226,6 cajones para contenerse. Con el fin de hallar la cantidad de agua que se podrá equilibrar con la fuerza motriz de los 4 bueyes ó vacas, observarémos que por el número 19 de la tabla segunda del (§ 151 del Lib. 5) se advierte que el esfuerzo de que es capaz un buey ó vaca, es de 133,7 libras españolas, andando 2,333 pies por segundo. Por consiguiente, el esfuerzo de los 4 bueyes ó vacas será 534,8 libras; y como obran al estremo de un brazo de palanca de 20 pies, haciendo las correspondientes sustituciones en la (ec. H § 244), tendrémos para la cantidad de agua con que se han de equilibrar, la espresion

$$\frac{534{,}8.20}{1{,}017.12{,}497} = \frac{10696}{12{,}709} = 841{,}6$$ libras, que hacen 33,7 arrobas, y necesitan 47,8 cajones para contenerse. Agregando estos á los 226,6 que se necesitan para contener el agua que se equilibra con el esfuerzo de las 20 caballerías, resulta que se necesitan entre todos 274,4 cajones.

Si dividimos 600 por 1,7476 resulta 343; por consiguiente, enre el centro de la rueda del agua y el nivel del pozo, se podrán

colocar 343 cajones; añadiendo á estos los 11 que se aplicarán al cuadrante superior ascendente de la rueda del agua, componen un total de 354. Lo cual se conseguirá por medio de la siguiente colocacion: se pondrán 4 cajones seguidos dejando un lugar vacío; despues se pondrán dos veces de seguida 3 cajones dejando un vacío; y repitiéndose todo esto indefinidamente, resultará que en las 66,85 vueltas que dan las caballerías en la hora en este caso, vaciarán en la artesilla 40059,9 libras de agua, que hacen 852 pies cúbicos.

Para dirigirnos á encontrar el *efecto útil*, observarémos que de las 290 arrobas que pesa toda la máquina se puede reputar que las 204 correspondan á la rueda del agua con todos sus pertrechos. Añadiendo á estas las 159,76 que se equilibran con la fuerza motriz de las 20 caballerías, y con las 33,7 que se equilibran con la fuerza motriz de los 4 bueyes ó vacas, componen entre todas 397,464 arrobas que hacen 99,4 quintales; y por los medios espresados (291) hallarémos para el diámetro de los gorrones si son de fierro fundido 4 pulgadas y 5 líneas; si de fierro forjado 3 pulgadas y 9 líneas; y para el menor grueso del eje si es de roble ó álamo negro 6 pulgadas y 11 líneas; y aunque podríamos suponer este mismo grueso en el medio por las razones allí espuestas, le darémos sin embargo 9 pulgadas de grueso al eje en su medio; y tendrémos con esto que el radio en dicho parage será $4\frac{1}{2}$ pulgadas. En virtud de lo cual, podrémos todavía suponer que el fondo de la artesilla diste del centro de la rueda del agua la misma cantidad 0,6 de pie que en los casos anteriores, sin que esto entorpezca el movimiento de rotacion. Luego, dicho fondo de la artesilla distará del nivel del pozo 600,6 pies. Por lo que, si multiplicamos este número por las 40059,9 libras de agua que se aprovechan, tendrémos 24059975,94 para el *efecto producido*; y siendo la fuerza motriz que ejerce el buey ó vaca en la hora, de 1123164 libras elevadas á un pie de altura, como las caballerías mayores, segun aparece de lo espuesto (§ 151 Lib. 5) y de los valores que se hallan en la sesta columna de la tabla 2.ª correspondientes á los números 18 y 19, tendrémos que la fuerza motriz empleada será la misma que la que ejercerían 24 caballerías mayores, á saber 26955936; y dividiendo por esta cantidad el *efecto producido* tendrémos 0,893 para el *efecto útil*

Pudiera disponerse todavía esta noria para mayor número de caballerías, pues que resultan muchos lugares vacíos en la maroma; pero no nos detendrémos en esto.

296 *Profundidad de 700 pies.* El radio de la rueda del agua será 13,229 pies; y el lado del polígono de 46 lados 1,806 pies, que componen 28,9 dedos.

Supongamos que el peso de toda la máquina sea 320 arrobas. Estas, á razon de 5 onzas cada una, producen 100 libras de pérdida por causa de los rozamientos; las que, rebajadas de las 1782,8 que producen de esfuerzo las 20 caballerías, quedarán 1682,8 libras de potencia efectiva para equilibrarse con el agua; y teniendo presente que estas caballerías obran al estremo de un brazo de palanca de 30 pies, la (ec. *H* § 244) dará para la cantidad de agua con que se han de equilibrar, la espresion $\frac{1682,8.30}{1,017.13,479} = \frac{50484}{13,708}$ $= 3682,8$ libras de agua.

Supongamos que se dispone tambien la máquina para que la muevan ademas 8 bueyes ó vacas que tiren de un brazo de palanca de 20 pies, y que andarán su respectiva circunferencia en el mismo tiempo que las caballerías andan la suya; y como entre los 8 bueyes ó vacas ejercerán un esfuerzo de 1069,6 libras, haciendo las correspondientes sustituciones en la (ec. *H* § 244), tendrémos

$$\frac{1069,6.20}{1,017.13,479} = \frac{21392}{13,708} = 1560,55 \text{ libras.}$$

Sumando estas con las 3682,8 que se podrán equilibrar con la fuerza motriz de las 20 caballerías, descontando todos los rozamientos, resultan 5243,35 libras, que hacen 209,7 arrobas, y necesitan 297,5 cajones para contenerse.

Si dividimos 700 por 1,806, resultará que entre el centro de la rueda del agua y el nivel del pozo se podrán colocar 387,6 cajones; y 11,5 que se aplicarán al cuadrante superior ascendente de la rueda, componen un total de 399 cajones. Por lo que se colocarán poniendo en toda la estension de la maroma 3 cajones consecutivos, dejando un lugar vacío; de este modo, en las 66,85 vueltas que dan las caballerías, y los bueyes ó vacas en la hora, vaciarán 2306 cajones, que derramarán 40643,25 libras, que hacen 864,75 pies cúbicos.

Para dirigirnos á encontrar el *efecto útil* observarémos que de las 320 arrobas que suponemos pesa toda la máquina, se puede reputar que 230 correspondan al peso de la rueda del agua con todos sus enseres. Reunidas estas á las 209,7 que pesa el agua con-

tenida en los cajones, se tendrán 439,7 arrobas, que hacen 109,9 quintales; y por los medios espresados (291) hallarémos para el diámetro de los gorrones si son de fierro fundido 4 pulgadas y 6 líneas; si de fierro forjado 3 pulgadas y 11 líneas; para el menor grueso del eje, si es de roble ó álamo negro, 7 pulgadas y 2 líneas; y aunque podríamos suponer este mismo grueso en el medio por las razones allí dadas, le darémos sin embargo 9 pulgadas y 6 líneas; y el radio en dicho parage será 4 pulgadas y 9 líneas. Por lo que aun podrémos suponer que el fondo de la artesilla esté 0,6 de pie mas alto que el centro de la rueda del agua, y que 700,6 esprese la distancia de dicho fondo al nivel del pozo. Ahora, multiplicando por este número las 40643,25 libras de agua que se aprovechan, tendrémos que el *efecto producido* será 28474660,95; y siendo la fuerza empleada por los bueyes ó vacas en la hora la misma que la de las caballerías mayores (§ 151 Lib. 5), resulta que toda la empleada en este caso será la misma que la que ejercerán veinte y ocho caballerías mayores, que será de 31448592; luego si dividimos por esta cantidad el *efecto producido*, tendrémos 0,905 para el *efecto útil.*

297 ***Profundidad de* 800 *pies.*** El radio de la rueda del agua será 14,142 pies; y el lado del polígono de 48 lados 1,850 pies, que componen 29,6 dedos.

Supongamos que el peso de toda la máquina sea de 350 arrobas. Estas, á razon de 5 onzas, producirán 109,4 libras de pérdida por los rozamientos; que restadas de las 1782,8, que es el esfuerzo que producen las veinte caballerías, tendrémos 1673,4 libras de potencia efectiva; y haciendo las correspondientes sustituciones en la (ec. *H* § 244), tendrémos para la cantidad de agua que se equilibrará con dicha potencia $\frac{1673,4.30}{1,017.14,392} = \frac{50202}{14,637} = 3429,8$ libras.

Suponiendo que se apliquen doce bueyes ó vacas, ademas de las veinte caballerías, tendrémos que como el esfuerzo que egerce cada una es 133,7, el ejercido por todas ellas será de 1604,4 libras; y haciendo la sustitucion debida en la (ec. *H* § 244), tendrémos para la cantidad de agua que se equilibrará con la potencia motriz de los doce bueyes ó vacas, la espresion $\frac{1604,4.4.20}{1,017.14,392} = \frac{3208,8}{14,637} = 2192,3$ libras. Añadiendo á estas las 3429,8 que se equilibran con la fuerza

motriz de las veinte caballerías, tendrémos 5622 libras de agua, que hacen 224,9 arrobas, y necesitan 319 cajones.

Si dividimos 800 por 1,850, resultará que entre el centro de la rueda del agua y el nivel del pozo, se podrán colocar 432,4 cajones; y con los 12 que se podrán aplicar al cuadrante superior ascendente de la rueda del agua, componen un total de 444,4; los que se colocarán del modo siguiente: se pondrán dos veces de seguida 3 cajones, dejando un lugar vacío; luego se colocarán 2 cajones, dejando un lugar vacío; y repitiendo todo esto indefinidamente, se tendrá con mucha aproximacion que en las 66,85 vueltas que dan en la hora, tanto las caballerías como los bueyes, vaciarán en la artesilla 2339,75 cajones, que derramarán 41238 libras de agua, que hacen 877 pies cúbicos.

Para dirigirnos á encontrar el *efecto útil* deberémos hallar el diámetro de los gorrones, y el mayor grueso del eje en su medio, para poder fijar el suelo de la artesilla. Con este objeto, observarémos que de las 350 arrobas que suponemos pesar toda la máquina, se podrá reputar que las 224 correspondan á la rueda del agua con todos sus enseres; y reuniendo á estas las 224,9 que pesa el agua contenida en los cajones, componen entre todas 448,9 arrobas que hacen 112 quintales; y por los medios espresados (291) hallarémos para el diámetro de los gorrones si son de fierro fundido 4 pulgadas y 7 líneas; si de fierro forjado 3 pulgadas y 11 líneas; para el menor grueso del eje si es de roble ó álamo negro 7 pulgadas y 3 líneas; y aunque podríamos suponer este mismo grueso en el medio por las razones allí espresadas, le darémos sin embargo 9 pulgadas y 7 líneas; y el radio en dicho parage será 4 pulgadas y $9\frac{1}{2}$ líneas. Por lo mismo podemos suponer todavía que el fondo de la artesilla esté 0,6 de pie mas alto que el centro de la rueda del agua, y que 800,6 pies esprese la distancia de dicho fondo al nivel del pozo. Multiplicando por este número las 41238 libras de agua que se aprovechan, tendrémos que el *efecto producido* será 33015142,8 libras á un pie; y como la fuerza empleada en la hora por los bueyes ó vacas, es la misma que la de las caballerías mayores (§ 151 Lib. 5), resulta que toda la fuerza motriz empleada en este caso será la misma que ejercerían treinta y dos caballerías mayores en el mismo tiempo, que será de 35941248; luego dividiendo por esta cantidad el *efecto producido*, tendrémos 0,919 para el *efecto útil*.

298 ***Profundidad de* 900 *pies*.** El radio de la rueda del agua será

15 pies; y el lado del polígono de 49 lados será 1,9215 pies, que componen 30,744 dedos.

Supongamos que toda la máquina pese 380 arrobas. Estas, á razon de 5 onzas cada una, producen 118,75 libras de pérdida, que rebajadas de las 1782,8 que es el esfuerzo de las 20 caballerías, quedan 1664,05 de potencia efectiva; y haciendo las correspondientes sustituciones en la (ec. *H* § 244), tendrémos que la cantidad de agua que se equilibrará con dicha potencia será 3218,87 libras.

Ademas de las 20 caballerías mayores, dispondrémos la noria de modo que se puedan aplicar 16 bueyes ó vacas, que producirán un esfuerzo de 2139,2 libras; las cuales, haciendo las sustituciones correspondientes (ec. *H* § 244), darán para la cantidad de agua que se ha de equilibrar con ellas, y que ha de estar contenida en los cajones, 2758,66 libras; las que, reunidas á las 3218,67 que sostenían en equilibrio las 20 caballerías, componen entre todas 5977,33, que hacen 239,1 arrobas, y necesitan 339 cajones.

Dividiendo 900 por 1,9215, tendrémos que entre el centro de la rueda del agua y el nivel del pozo se podrán colocar 468,38 cajones; que reuniéndoles los 12,25 que se aplicarán al cuadrante superior ascendente de la rueda del agua, componen 480,63; por lo que deberán colocarse del modo siguiente: se pondrán tres cajones seguidos, dejando luego un espacio vacío; y repitiendo lo mismo indefinidamente, resultará que en las 66,85 vueltas que dan en la hora, tanto las caballerías como los bueyes, vaciarán 2339,75 cajones, que derramarán 41238 libras de agua, que hacen 877,4 pies cúbicos.

Para dirigirnos á encontrar el *efecto útil*, debemos investigar el diámetro de los gorrones, y el mayor grueso del eje en su medio, para poder fijar la altura del suelo de la artesilla. Con este objeto, observarémos, que de las 380 arrobas que suponemos pesar toda la máquina, se podrá reputar que las 244 correspondan á la rueda del agua con todos sus enseres; y agregándoles las 239,1 que pesa el agua contenida en los cajones, componen 483,1 que hacen 120,77 quintales, y por los medios espresados (291) hallarémos para el diámetro de los gorrones si son de fierro fundido 4 pulgadas y 8 líneas; si de fierro forjado 4 pulgadas; para el menor grueso del eje si es de roble ó álamo negro 7 pulgadas y 5 líneas; y aunque podríamos suponer este mismo grueso en el medio, por las razones allí manifestadas le darémos sin embargo 9 pulgadas y 9 líneas; y el radio en dicho parage será 4 pulgadas y 10½ líneas. Por lo mismo pode-

mos suponer todavía que el fondo de la artesilla esté 0,6 de pie mas alto que el centro de la rueda del agua; y que 900,6 esprese la distancia de dicho fondo al nivel del pozo. Multiplicando por este número las 41238 libras de agua que se aprovechan, tendrémos que el *efecto producido* será 37138942,8 libras á un pie de altura; y como la fuerza motriz empleada en la hora por los bueyes ó vacas es la misma que la de las caballerías mayores (§ 151 Lib. 5), resulta que toda la fuerza motriz empleada en este caso será la misma que emplearían 36 caballerías mayores en el mismo tiempo, que será de 40433904 libras; luego dividiendo por esta cantidad el *efecto producido*, tendrémos 0,919 para el *efecto útil.*

299 *Profundidad de* 1000 *pies.* El radio de la rueda del agua será 15,811 pies; y el lado del polígono de 50 lados 1,9859 de pie, que hacen 31,77 dedos.

Supongamos que el peso de toda la máquina sea de 410 arrobas. Estas, á razon de 5 onzas de pérdida cada una, producen entre todas 128,125 á causa de los rozamientos. Hasta aquí hemos tomado fijas las 20 caballerías mayores, y hemos ido aumentando el número de bueyes, ó vacas que se han de colocar al estremo del brazo de palanca de 20 pies; habiendo procedido así, porque no se pueden colocar cómodamente mas caballerías mayores en una circunferencia de 30 pies de radio. En el caso anterior, hemos supuesto, que ademas de las 20 caballerías, obraban 16 bueyes ó vacas á los estremos de brazos de palanca de 20 pies; pero la circunferencia correspondiente á un radio de 20 pies, tiene 125,66 pies; y como dividiendo esta cantidad por 16, resulta 7,85 pies, se verificará, que para el espacio de cada buey ó vaca solo hay ocho pies escasos; por lo cual difícilmente se podrán colocar á no ser de pequeño tamaño. Por lo mismo, ya no podemos aplicar mas bueyes ni caballerías mayores, sin aumentar los brazos de palanca. Y así, en el caso actual, aplicarémos los bueyes ó vacas á un brazo de palanca de 24 pies; y las caballerías mayores á un brazo de palanca de 36, estando estos dos números en la relacion de 2 á 3, que es la que guardan los pasos de semejantes motores. En la circunferencia, correspondiente al radio de 24 pies, se pueden colocar muy cómodamente los 16 bueyes ó vacas, dando al espacio de cada uno con su guia 9 pies.

La circunferencia de 36 pies de radio tiene 226 pies; y dividiendo este número por 9 resulta 25 por cociente. Luego se podrán colocar cómodamente 25 caballerías mayores, aunque nosotros solo supondrémos que se apliquen 24. En este caso, como el esfuerzo de

una caballería mayor es 89,14 libras, el de las 24 será 2139,36 libras, que disminuidas en las 128,125 que destruyen los rozamientos, quedan 2011,235 de potencia efectiva; y haciendo las correspondientes sustituciones en la (ec. *H* § 244), tendrémos para la cantidad de agua que se ha de equilibrar con dicha potencia $\frac{2011,235.36}{1,017.16,061}=\frac{72404,46}{16,334}=4432,7$ libras, que hacen 177,3 arrobas, y necesitan 251,5 cajones. Disponiendo la noria para que, ademas la muevan 16 bueyes ó vacas aplicadas al estremo de brazos de palanca de 24 pies de radio, tendrémos, que como el esfuerzo de cada uno es 133,7 libras, el de todos será 2139,2. Ahora, sustituyendo en la (ec. *H* § 244) este valor en vez de *P*; 24 en vez de *PC*; y 16,061 en vez de *RO*, se tendrá para la cantidad de agua que se equilibrará con dicha potencia motriz $\frac{2139,2.24}{1,017.16,061}=\frac{51340,8}{16,334}$ $=3143,2$ libras, que hacen 125,7 arrobas, y necesitan 178,3 cajones para contenerse.

Sumando estos con los 251,5 que se necesitaban para contener el agua que se había de equilibrar con la fuerza motriz de las 24 caballerías, componen entre todos 429,8 cajones.

Si dividimos 1000 por 1,9859, valor del lado del polígono de 50 lados, tendrémos que entre el nivel del pozo y el centro de la rueda del agua, se podrán colocar 503,5 cajones, que agregándoles 12,5 que se podrán aplicar al cuadrante superior ascendente de la rueda, componen un total de 516 cajones; y para su oportuna colocacion, se dispondrán del modo siguiente: se colocarán cinco cajones consecutivos, dejando despues un lugar vacío; y repitiendo esto indefinidamente, resulta que en 3 vueltas se derramarán 125 cajones. Veamos ahora qué numero de vueltas darán las caballerías en este caso durante la hora. Con este objeto, observarémos que la circunferencia, que trazan, tiene 226 pies; y como las caballerías mayores caminan 3,5 pies en un segundo, gastarán 64,57 segundos; y en los 3600 que tiene la hora, darán 55,75; en cuyo tiempo vaciarán en la arsilla 2322,92 cajones, que derramarán 40941,465 libras de agua, que hacen 871 pies cúbicos.

Para dirigirnos á encontrar el *efecto útil*, observarémos que de las 410 arrobas, que suponemos pesar toda la máquina, podrémos reputar que las 264 correspondan á la rueda del agua con todos

sus enseres. Reunidas á estas las 177,3 arrobas que pesa el agua que se equilibra con la potencia de las 24 caballerías, y las 125,7 que pesa el agua que se equilibra con la potencia motriz de los 16 bueyes ó vacas, tendrémos 567 arrobas, que hacen 142 quintales; y por los medios espresados (291) hallarémos para el diámetro de los gorrones si son de fierro fundido 4 pulgadas y 11 líneas; si de fierro forjado 4 pulgadas y 3 líneas; para el grueso del eje, si es de roble ó álamo negro, 7 pulgadas y 10 líneas; y aunque podríamos suponer este mismo grueso en el medio por las razones espuestas (291), le darémos sin embargo 10 pulgadas; y el radio en dicho parage será de 5 pulgadas; por lo que ya deberémos dar á la distancia del fondo de la artesilla al centro de la rueda del agua, para que tenga el juego suficiente para la rotacion, 0,7 de pie; y en su consecuencia podrémos suponer que 1000,7 pies esprese la distancia de dicho fondo al nivel del pozo. Ahora bien, multiplicando por este número las 40941,465 libras de agua que se aprovechan en la artesilla, tendrémos que el *efecto producido* será 40970124; y como la fuerza empleada en la hora por los bueyes ó vacas es la misma que la de las caballerías mayores (§ 151 Lib. 5), resulta que toda la fuerza motriz empleada en este caso será la misma que la que ejercerán 40 caballerías mayores en el mismo tiempo, y que será de 44926560 libras; y dividiendo por este número el *efecto producido*, tendrémos 0,912 para el *efecto útil.*

300 Si observamos los *efectos útiles* de los tres últimos casos, echarémos de ver que los dos anteriores son iguales, y este último menor que ambos; lo que parece contrariar lo que hemos demostrado (224) á saber, que los *efectos útiles deben ir aumentando á medida que lo hace la profundidad.* Esto proviene de que hemos puesto ménos aguadores, por no querer salirnos de los valores de los lados de los polígonos contenidos en la tabla (267); y así es, que estos lados son mucho mayores que en los demas casos; y por otra parte, han quedado vacíos muchos espacios; de lo cual resulta que, ejerciéndose la misma fuerza por el motor cuando está derramando un cajon, que cuando se halla sobre el cuadrante ascendente superior un hueco sin él, se pierde toda la fuerza motriz empleada cuando no hay cajon. Mas con el objeto de presentar en este último caso, que consideramos como el límite á que se puede aplicar la noria sin otros inconvenientes, el límite tambien del *efecto útil* que se puede esperar de tan importante máquina, vamos á calcular esta noria para la misma profundidad de 1000 pies, sin que sobre ni falte potencia

motriz, ni que se deje á los aguadores mayor distancia que la espresada en los demas casos, y que no quede vacío espacio alguno en la cuerda, maroma ó cadena.

El radio de la rueda del agua es 15,811; é inscribiéndole un polígono de 74 lados, se halla para el lado 1,3401 pies, que hacen 21,44 dedos; valor adecuado y suficiente para poder colocar el cajon de modo que derrame bien el agua, y por otra parte es el valor que generalmente hemos considerado. Ahora, si por él dividimos los 1000 pies de profundidad, tendrémos que entre el centro de la rueda del agua y el nivel del pozo se podrán colocar 746,2 cajones; que agregándoles los 18,5 que se podrán colocar en el cuadrante superior ascendente de la misma rueda, componen un total de 764,7 cajones, que, á razon de 17,625 libras cada uno, contendrán entre todos 13477,8 libras.

Necesitando ahora determinar las caballerías y bueyes, juntamente con los brazos respectivos de palanca á que deben aplicarse dichos motores, para equilibrarse con la cantidad de agua que acabamos de obtener y con los rozamientos que originan, tanto esta cantidad de agua como el peso de toda la máquina que es 128,125 libras, tendrémos que esto nos proporcionará el manifestar los medios de vencer algunas dificultades que pueden ocurrir en la práctica. Con este objeto, observarémos, que en la circunferencia de 24 pies de radio, que es el andén en que caminan los bueyes ó vacas, se pueden colocar 17 de estos motores, sin graves inconvenientes; por lo cual supondrémos que este sea el número que se aplique de los mismos motores. El esfuerzo de cada uno es 133,7 libras, y por lo tanto el que ejercerán todos ellos será de 2272,9 libras.

Restando de estas las 128,125 que destruyen los rozamientos originados por el peso de toda la máquina, queda reducida dicha potencia á 2144,775 libras. Sustituyendo en la (ec. *H* § 244) este valor en vez de *P*; 24 pies en vez de *PC*; y 16,061 en vez de *RO*, tendrémos para la cantidad de agua que se ha de equilibrar con dicha *potencia efectiva* de los bueyes ó vacas $\frac{2144,775.24}{1,017.16,061} = \frac{51474,6}{16,334} = 3151,4$ libras.

Restando estas de las 13477,8, que son las que se necesitan equilibrar, quedan 10326,4 libras. Esta cantidad de agua ha de equilibrarse con la potencia que han de ejercer las caballerías mayores, cuyo número ignoramos, y que tratamos de hallar. Para conseguirlo, nos valdrémos tambien de la misma (ec. *H* § 244) poniendo esta

cantidad por segundo miembro; 36 en vez de PC; 16,061 en vez de RO, y dejando indeterminada la P; con lo cual tendrémos la ecuacion $\frac{P.36}{1,017.16,061}=10326,4$ ó lo que es lo mismo $\frac{P.36}{16,334}=10326,4$; multiplicando el segundo miembro por el denominador 16,334; y dividiendo el producto por 36, nos resultarán 4685,3 libras, que será el esfuerzo que deberán ejercer las caballerías que buscamos; y dividiendo dicha cantidad por 89,14 que es el esfuerzo que cada una ejerce de por sí, obtendrémos el número de caballerías que buscamos; y ejecutándolo, hallarémos 52,5 caballerías; y como lo mas que se pueden colocar cómodamente son 25, resulta ser impracticable este medio. Por lo mismo, para conseguir nuestro objeto, deberémos recurrir á disminuir el radio de la rueda del aire, ó aumentar la longitud del brazo de palanca. Y como nuestro objeto no es eludir las dificultades, sinó mas bien el provocarlas, promoverlas ó escitarlas, para tener ocasion de enseñar á vencerlas, con el fin de facilitar el que desaparezcan en la práctica, lo harémos de ambos modos; lo que nos proporcionará al mismo tiempo, hacer nuevas observaciones, y deducir otras consecuencias importantes.

Puesto que necesitamos aumentar la fuerza motriz, y que con los brazos de palanca, ya determinados, no podemos colocar mas caballerías mayores, ni bueyes ó vacas, si aumentamos ahora dichos brazos de palanca, podrémos aumentar tambien el número de motores de una y otra especie. Supongamos que el brazo de palanca á que obren los bueyes ó vacas sea el de 32 pies. La circunferencia del andén, correspondiente á este radio, es 201,06 pies, en la cual se pueden colocar muy cómodamente 22 bueyes ó vacas, dejando un espacio de algo mas de 9 pies para el tiro de cada uno. Suponiendo que se coloque efectivamente dicho número de bueyes ó vacas, ejercerán un esfuerzo de 2941,4 libras, que disminuidas en las 128,125 que destruyen los rozamientos, quedan 2813,275 libras de potencia efectiva; y sustituyendo ahora en la (ec. H § 244) este valor en vez de P; 32 en vez de PC; y 16,061 en vez de RO, tendrémos para la cantidad de agua que se ha de equilibrar con dicha potencia motriz, la espresion $\frac{2813,275.32}{1,017.16,061}=\frac{90024,8}{16,334}=5511,5$ libras. Restadas estas de las 13477,8 que han de contener los cajones, quedan 7966,3.

Las caballerías han de obrar á los estremos de brazos de palan-

ca de 48 pies, á fin de que la circunferencia que traza el buey ó vaca sea las dos terceras partes de la que trazan las caballerías mayores. Luego sustituyendo el número 7966,3 en vez del segundo miembro de la misma (ec. *H*); 48 pies en lugar de *PC*; y 16,061 en vez de *RO*, quedando como ántes indeterminada la *P*; se nos convertirá en

$$\frac{P.48}{1{,}017.16{,}061}=7966{,}3\text{; ó lo que es lo mismo }\frac{P.48}{16{,}334}=7966{,}3\text{; que}$$

multiplicando el segundo miembro por el denominador 16,334, y partiendo despues por 48, tendrémos $P=2710{,}9$ libras. Dividiendo este resultado por 89,14 que es el esfuerzo de una caballería mayor, resulta que para el objeto espresado se necesitan 30,4 caballerías mayores. La circunferencia, que estas andan, tiene un radio de 48 pies; luego dicha circunferencia tendrá 301,6 pies, que presenta espacio suficiente para colocar hasta 33 caballerías mayores, dando algo mas de 9 pies de espacio para el tiro de cada una. Y como solo necesitamos colocar 30,4 caballerías, resulta que podrán estas colocarse muy cómodamente. Este número 30,4 nos quiere decir que se necesitan *treinta caballerías mayores*, y ademas las *cuatro décimas* partes del esfuerzo de otra caballería; y como no se pueden aplicar fracciones de caballería, lo que deberémos hacer es poner 30 caballerías, en cuyo caso pondríamos algo ménos de la potencia necesaria; ó colocar 31 caballerías, y entónces empleábamos algo mas de potencia que se desperdiciaría. En la práctica, puede adoptarse sin inconveniente cualquiera de estos dos arbitrios; pues la falta de 0,4 de la potencia motriz de una caballería, en una máquina de tan considerable fuerza, se comprende muy bien entre los límites de las variaciones que en general puede tener la potencia; y la pérdida de 0,6 de la misma potencia motriz de una caballería, en esta máquina, tampoco es de consideracion. Mas repetimos, que siendo nuestro objeto no eludir las dificultades, y sí el enseñar á vencerlas, vamos á plantear el cálculo, de modo que ni falte ni sobre potencia; para esto, emplearémos los 22 bueyes ó vacas y las 30 caballerías, determinando con toda exactitud y precision la longitud de los brazos de palanca á que han de aplicarse estos motores: caso que hasta ahora no se nos ha presentado, cuando hay que emplear caballerías mayores, y bueyes ó vacas á un mismo tiempo.

Para proceder á esta investigacion, llamarémos x al brazo de palanca á que se han de aplicar las caballerías mayores; con lo cual, deducirémos que el brazo de palanca á que obrarán los bueyes ó va-

cas será $\frac{2}{3}x$; y tendrémos que, sustituyendo en la (ec. H § 244) en vez de P las 2813,275 libras que es el esfuerzo efectivo de los 22 bueyes ó vacas, despues de rebajadas las pérdidas que originan los rozamientos; $\frac{2}{3}x$ en vez de PC; y 16,061 en lugar de RO, tendrémos que las libras de agua con que se equilibrará el esfuerzo efectivo de los ya referidos 22 bueyes, estará espresado por $\frac{2813,275.\frac{2}{3}x}{1,017.16,061}=\frac{1875,52x}{16,334}$.

Sustituyendo en la misma ecuacion en vez de P el número 2674,2 libras, que es el esfuerzo de las 30 caballerías mayores á razon de 89,14 libras que ejerce cada una; x en lugar de PC; y el mismo valor 16,061 en vez de RO, tendrémos que las libras de agua con que se equilibrará este esfuerzo de todas las caballerías se hallará representado por $\frac{2674,2.x}{1,017.16,061}=\frac{2674,2.x}{16,334}$.

Luego, si reunimos estas dos espresiones, tendrémos que su suma deberá ser igual á las 13477,8 libras de agua que han de contener los cajones. Por esta razon se tendrá $\frac{1875,52.x}{16,334}+\frac{2674,2.x}{16,334}=13477,8$.

Multiplicando ambos miembros por el denominador 16,334 se nos convertirá en $1875,52x+2674,2x=220146,3852$.

Efectuando la suma del primer miembro, se convierte dicha ecuacion en $4549,72.x=220146,3852$; y dividiendo ahora el segundo miembro por 4549,72, se obtendrá por último $x=48,38$ pies: resultado que nos quiere decir que el brazo de palanca, á que deben aplicarse las caballerías mayores, ha de tener 48,38 pies, esto es, 48 pies y unas $4\frac{1}{2}$ pulgadas; y como el de los bueyes ha de ser las dos terceras partes de este, resultará ser de 32,25 pies, ó de 32 pies y 3 pulgadas. Las 30 caballerías se deberán aplicar á brazos de palanca que formen entre sí ángulos de 12 grados; y los 22 bueyes á brazos que formen ángulos de 26 grados y 22 minutos.

Para encontrar la cantidad de agua que se derramará en la artesilla durante la hora, observarémos que en cada vuelta de la rueda del agua, y por consiguiente en cada vuelta de todos los motores, vaciarán 74 cajones, que es el número de lados del polígono que consideramos. Luego solo nos falta determinar el número de vueltas que

darán las caballerías mayores en el mismo tiempo. El radio del andén por donde estas caminan, es de 48,38 pies; su circunferencia de 303,98; y como las caballerías caminan con una velocidad de 3,5 pies, tardarán en andar una de estas circunferencias 86,85 segundos; y en los 3600 que tiene la hora, darán 41,45 vueltas, ó andarán el mismo número de circunferencias; estas á razon de 74 cajones, cada una, vaciarán en la artesilla durante la hora 3067,3 cajones que á razon de 17,625 libras de agua cada uno, caerán en la artesilla durante la hora 54061,1625 libras de agua que hacen 1150,24 pies cúbicos.

Si multiplicamos las 54061,1625 libras de agua por 1000,7 que espresa la distancia del fondo de la artesilla al nivel del pozo, tendrémos 54099005 para el *efecto producido*; y dividiendo dicho número por la fuerza motriz de los 22 bueyes ó vacas, y de las 30 caballerías mayores, que en virtud de lo espuesto (§ 151 Lib. 5) es la misma que ejercerán 52 caballerías, tendrémos que, á razon de 1123164 libras cada una, el de todas será de 58404528, resulta 0,926 para el *efecto útil*; y como este anteriormente era de 0,912; resultan de esta manera 0,014 demas; y en pies cúbicos nos resultan 279,24 de esceso en cada hora.

Procedamos al segundo método, que es disminuyendo el radio de la rueda del aire; lo cual nos presenta tambien nuevas dificultades que allanar. En efecto, aunque ya hemos resuelto casos de esta naturaleza (263) cuando los motores eran todos de la misma especie; no hemos resuelto ninguno cuando eran de especie diferente, como el actual, en que entran bueyes ó vacas y caballerías mayores. Para vencer esta nueva dificultad, no hay mas que considerar que el producto *P.PC* que forman los dos primeros factores del primer miembro, lo debemos reemplazar por la suma de dos productos, de los que uno sea el esfuerzo efectivo que ejerzan los bueyes descontando las pérdidas que ocasionan los rozamientos, por la longitud de la palanca á que obran; y el otro sea el esfuerzo de todas las caballerías mayores, por la longitud del brazo de palanca á que se han de aplicar.

Los bueyes, que emplearémos, son 16 para que se coloquen con todo desembarazo; el esfuerzo de cada uno es 133,7 libras; luego el de todos será de 2139,2 libras, que disminuidas en las 128,125 que destruyen los rozamientos, quedan 2011,075 de potencia efectiva. El brazo de palanca á que obran es de 24 pies; luego el primer producto, de que acabamos de hablar, será 2011,075.24.

El segundo producto, ó el análogo y correspondiente á las 24 ca-

ballerías, que obran al estremo de brazos de palanca de 36 pies, será 2139,36×36. Por consiguiente, en vez del producto *P.PC* del primer miembro de la (ec. *A* 170) deberémos escribir la cantidad 2011,075.24+2139,36.36=48265,8+77016,96=125282,76.

Luego, si sustituimos en dicha ecuacion este número 125282,76 en lugar del producto *P.PC*; 15,811 en lugar de *rO*; 13477,8 en lugar de *Q*; 16,334 en vez de *RO*, dejando indeterminada la *Cr* que es el radio de la rueda del aire, la espresada (ec. *A*) se nos convertirá en 125282,76.16,061=13477,8.16,334. *Cr*; que, efectuando las operaciones, se convierte en 2012166,4=220146,4. *Cr*; y dividiendo el primer miembro por 220146,4 tendrémos *Cr*=9,14 pies.

Luego el radio de la rueda del aire deberá ser en este caso de 9,14 pies. Y por consiguiente, los números de dientes de las ruedas del agua y del aire deberán guardar la misma relacion que sus radios, esto es, la de 15,811 á 9,14; y cumplirán aproximadamente con esta condicion, si colocamos en la rueda del agua 158 dientes y 91 en la del aire, ó cualesquiera otros números de dientes que guarden próximamente la misma relacion. Luego mientras la rueda del aire y por lo mismo las caballerías y bueyes ó vacas dén una vuelta, la rueda del agua solo dará $\frac{91}{158}$ de vuelta. Y como en este caso, durante la hora, las caballerías y bueyes ó vacas dan 55,75 vueltas, resulta que la rueda del agua dará en la misma hora, un número de vueltas expresado por $\frac{91}{158}$. 55,75=32,109 vueltas. En cada una de ellas vácian en la artesilla 74 cajones; por consiguiente, en la hora vaciarán 2366, que á razon de 17,625 libras cada uno, derramarán entre todos 41877 libras de agua, que hacen 891 pies cúbicos.

La distancia del fondo de la artesilla al nivel del pozo es de 1000,7 como ántes; por consiguiente, multiplicando por este número las 41877 libras, tendremos 41906313,9 para el *efecto producido*. Ahora bien, como los bueyes ó vacas egercen la misma fuerza motriz que las caballerías mayores (§ 151 Lib. 5), tendrémos que los 16 bueyes ó vacas y las 24 caballerías mayores, egercerán una fuerza motriz igual á la de 40 caballerías mayores, que á razon de 1123164 libras, egercerán entre todas 44926560; y dividiendo por este número el *efecto producido*, tendrémos 0,933 para el *efecto útil*.

Aquí observarémos que este efecto útil excede al anterior, esto es, al que obtuvimos con los 22 bueyes ó vacas obrando á los extremos de brazos de palanca de 32 pies y 3 pulgadas, en union con

las 30 caballerías mayores aplicadas á brazos de palanca de 48
pies y 4½ pulgadas, en 0,007 ó siete *milésimas*. Luego es induda-
ble que de los dos medios empleados, y que ambos dan mas que en
el caso del (§ 299) en que obraban 16 bueyes aplicados á brazos
de palanca de 20 pies de longitud, en union con 24 caballerías
mayores, aplicadas á brazos de palanca de 30 pies de largo, es pre-
ferible el que consiste en disminuir el radio de la rueda del aire, no
solamente por dar mayor efecto útil, sinó por necesitarse menor ca-
pital, ser ménos complicada la máquina &c. &c. Pero, si de aquí
se quisiese deducir una regla absolutamente general, podríamos in-
currir en error. Seguramente, aunque el *efecto útil* en este segundo
procedimiento, es mayor que en el primero, el *efecto absoluto*, du-
rante la hora en el primer procedimiento, es mayor que en el segun-
do; puesto que en el primero se elevan 1150,24 pies cúbicos en la
hora; y en el segundo solo se elevan 891; y podrá haber casos
en que las circunstancias obliguen á elevar los 1150,24 en una ho-
ra; y que no se consiga el efecto deseado, elevando solo 891 pies
cúbicos. Esto podría ocurrir por ejemplo en una mina; si el agua
que se necesitaba sacar en una hora fuese de mas de 891 pies cú-
bicos, que suministra el segundo procedimiento, no lograríamos des-
aguarla; y sería preciso recurrir al primero. Lo mismo se verifica-
ría si, para satisfacer las necesidades agrícolas ó fabriles, se tuviese
precision de emplear en cada hora mas de 891 pies cúbicos.

En cuanto á lo demas, se ve que esta noria ya tan complicada,
resultaría con mucha mayor sencillez, y economía si las circunstan-
cias locales permitiesen aplicar la accion del viento; pues como este
nada cuesta, nos ahorrábamos todo el gasto de la adquisicion de los
bueyes ó vacas, y de las caballerías mayores, y de su manutencion,
resultando ademas la ventaja de ser mas sencilla la máquina; pues
las alas para la aplicacion del viento presentan ménos complicacion
que la rueda de corona y palancas para aplicar dichos motores, eco-
nomizándose ademas un andén tan considerable, y los edificios que
hubiesen de ocupar todos estos animales.

No debemos dejar de indicar, que si la noria se aplicase á las
minas, como estas se hallan por lo general en terrenos montuosos
en donde corren las aguas por la superficie, estas aguas rebalsadas
y detenidas en la inmediacion de la boca de la mina, pueden ser-
vir de motor para la noria, simplificándose mucho su mecanismo;
pues no habría necesidad de la rueda del aire, andén &c. y bastaría
una rueda hidráulica vertical que tuviese el mismo eje de la rueda

del agua á que se aplican los cajones; y resultaría entónces el mismo efecto que el de la noria, con mucha mayor sencillez y economía que en todos los demas casos.

Por último, no podemos ménos de indicar, que el agua que se saque de la mina, depositada en un estanque ó balsa, podrá cooperar tambien á servir de motor á la rueda hidráulica; y en este caso, pudieran ponerse algunas canales que recibiendo el agua mas alta que la artesilla, la dirigiesen á depósitos desde los que proporcionasen mayor caida; y en nuestro concepto estas ideas pueden ser de una utilidad muy trascendental.

301 Hemos dicho (300) que la profundidad de *mil* pies, se puede considerar como el límite á que conviene aplicar la noria sin otros inconvenientes. Estos son, el que si bien es cierto que cuanto mayor sea la profundidad, mas ventajosa es la máquina bajo el aspecto del mayor *efecto útil*, con todo, en llegando á descomponerse puede presentar dificultades su recomposicion, las que interrumpiendo demasiado el tiempo del trabajo, podrían originar el que este inconveniente compensase las demas ventajas. Por este motivo, no presentarémos ejemplos de norias calculadas para mayores profundidades. Sin embargo, si en alguna ocasion se juzgasen convenientes en circunstancias particulares, podrá efectuar el cálculo sin dificultad, cualquiera que haya verificado tres ó cuatro de los ejemplos que hemos insertado.

302 El mayor número de casos que pueden ocurrir, es cuando la profundidad es hasta de unos 100 pies; por lo tanto, hemos calculado las norias en la primera centena de 5 en 5 pies; y sin riesgo de incurrir en graves errores podrá construirse la noria con las circunstancias del cálculo mas aproximado, siempre que ocurra una profundidad comprendida entre dos de las calculadas; como si dijéramos una profundidad de 23 pies, de 47, de 58 &c. &c.; y cuando la profundidad dada distase igualmente de dos de las calculadas, se podría tomar con igual confianza cualquiera de las dos equidistantes.

En la segunda centena hemos verificado los cálculos para las profundidades que varían de 10 en 10 pies; y sin temor de graves errores, se podrán tomar en la práctica, si ocurre, una profundidad intermedia eligiendo el cálculo que mas se la aproxime; pues aunque la diferencia de 10 pies es mayor que la de 5 en que se han hallado los valores de la primera centena, sin embargo, como aquí la potencia que generalmente empleamos es ya toda la que conviene, los

límites entre que se comprende la exactitud del cálculo y entre que se pueden hallar incluidas las variaciones, pueden diferir algun tanto, sin temor de graves inconvenientes; mas no obstante, si se desea mayor seguridad, se elige el cálculo que mas se aproxime entre las calculadas, este se considerará como tipo ó modelo del que deberá efectuarse para la profundidad que se necesita; y siguiendo paso á paso todas las operaciones, es de esperar que nuestros constructores y propietarios puedan ejecutar el cálculo con toda exactitud; y tendrán un medio de comprobacion, si los resultados que obtuvieren, son valores medios entre los ya calculados.

En las demas centenas hasta mil, se han hecho los cálculos para profundidades que procedían de 100 en 100 pies; y sin temor de grandes equivocaciones, se podrá tomar el cálculo hecho para las profundidades que se diferencien de las calculadas hasta en unos 20 pies; mas cuando la diferencia entre la profundidad dada y la calculada sea mayor de 20 pies, en este caso, convendrá egecutar el cálculo tomando por tipo ó modelo el que mas se aproxime entre los egemplos que presentamos cálculados.

303 En el (§ 211) hemos dado la razon de por qué no hemos hecho extensivos nuestros cálculos, atendiendo á diferentes distancias del centro de gravedad ó eje de los cajones á la circunferencia exterior de la rueda del agua. Pero deseando presentar cuanto pueda ser ventajoso, y que se vea de un modo palpable cuanto hemos asegurado, vamos á manifestar ahora prácticamente con un egemplo las ventajas que resultarán de disminuir todavía mas el ancho de los cajones. Para esto, elegirémos la profundidad de 85 pies, que consideramos aproximadamente como un término medio entre las profundidades á que se pueden establecer las norias, atendiendo á la topografía del suelo español.

304 Supongamos que la distancia del centro de gravedad de los cajones á la circunferencia exterior de la rueda del agua, sea solamente de 3 dedos ó de 0,1875 de pie; y que la profundidad sea la de los mismos 85 pies; y en virtud de lo espuesto (209) el radio de la rueda del agua será 3,992 pies. Aquí observamos desde luego que este radio tiene 0,617 de pie ménos que el hallado (278) para esta misma profundidad, cuando la distancia del ege del cajon á la circunferencia exterior de la rueda del agua era de 4 dedos ó 0,25 de pie. Esta diferencia 0,617 viene á ser $\frac{1}{6}$ del valor 3,992 que debe tener el radio efectivo en este caso; y como sin temor de incurrir en grandes equivocaciones, podémos suponer el coste proporcional al

radio de la rueda del agua, resulta que ya solo por esto logramos la ventaja de ahorrarnos en los gastos de primera plantificacion, como *un sexto* del capital, lo cual viene á ser un 16 por 100, y no es indiferente.

Veamos pues ahora, lo que aumenta el producto con este ahorro de capital.

Suponiendo el peso de toda la máquina proporcional al radio, hipótesis que diferirá poco de la verdad, y pues el correspondiente á la profundidad de 85 pies, le suponiamos de 88 arrobas, ahora que el radio es 3,992 deberá ser aquel de 76,22. Estas, á razon de 5 onzas cada una, producirán una pérdida de fuerza motriz de 23,82 libras, que restadas de las 178,28 que es el esfuerzo de dos caballerías que supondrémos ahora aplicadas á la noria, quedan 154,46 libras de potencia efectiva; y la (ec. *H* § 244) dará para la cantidad de agua que se ha de equilibrar con dicha potencia, la espresion $\frac{154{,}46.20}{1{,}017.4{,}1795} = \frac{3089{,}2}{4{,}25} = 726{,}9$ libras, que hacen 29,08 arrobas.

Ahora, teniendo este cajon las tres cuartas partes del ancho del considerado hasta aquí (214); y siendo iguales las demas dimensiones, el agua contenida en él será las tres cuartas partes de la contenida en el cajon que hemos considerado hasta aquí; y como este contenía (246) 17,625 libras, el actual contendrá las tres cuartas partes de esta cantidad, es decir 13,219 libras; y por consiguiente, para contenerse las 726,9 se necesitarán 55 cajones.

Siendo ahora el radio de la rueda del agua 3,992 pies, el polígono que corresponde para que su lado tenga la magnitud necesaria, y pueda colocarse fácilmente el cajon, es el de 19 lados, que en virtud de lo expuesto (267), resulta para dicho lado 1,3142 de pie, que hacen 21,03 dedos.

Si dividimos la profundidad 85 pies por 1,3142 que es el lado, tendrémos que entre el centro de la rueda del agua y el nivel del pozo, se podrán colocar 64,7 cajones, que agregándoles los 4,75 que se podrán aplicar al cuadrante superior ascendente de la rueda, componen un total de 69,45. Por consiguiente, se logrará el objeto colocando cuatro cajones seguidos dejando un lugar vacío; repitiéndose esto indefinidamente; con lo cual se tendrá que en las 100 vueltas que dan las caballerías en la hora, vaciarán 1520 cajones, que como cada uno de ellos contiene 13,219 libras de agua, entre to-

dos vaciarán en la artesilla 20092,88 libras, que hacen 427,5 pies cúbicos.

La cantidad de agua que se elevaba en la hora, en el caso de ser 4 dedos ó 0,25 de pie la distancia del centro de gravedad de los cajones á la circunferencia exterior de la rueda del agua, era de 401,77 pies cúbicos; luego tenemos en la hora 25,73 pies cúbicos de aumento en el producto, que viene á ser la *décima quinta* parte del que por aquel medio se obtenía; por consiguiente, deducimos que *ahorrándonos un sexto del capital*, tenemos $\frac{1}{15}$ de aumento en el producto, sin hacer mas variacion que el disminuir el ancho de los cajones, reduciéndolo á las tres cuartas partes de lo que era en aquel caso; lo cual no presenta mas variacion que el aumento del número de cajones; cosa de muy corto gasto. Para encontrar el *efecto útil*, supondrémos la misma distancia del fondo de la artesilla al nivel del pozo que es 85,5 pies. Luego, si multiplicamos este número por las 20092,88 libras de agua que se aprovechan en el fondo de la artesilla, se tendrá que el *efecto producido* será equivalente á elevar 1717941 libras á un pie de altura; y dividiendo esto por 2246328, que es la *fuerza motriz* empleada por las dos caballerías, resulta 0,765 para el *efecto útil*.

305 Supongamos que la distancia del centro de gravedad de los cajones á la circunferencia exterior de la rueda del agua, sea de dos dedos, esto es, de 0,125 de pie, permaneciendo lo mismo todo lo demas; es decir, siendo el largo del cajon 1 pie y 9 pulgadas ó $\frac{3}{4}$ de pie, el alto el mismo, y la misma profundidad de 85 pies. El radio de la rueda del agua será 3,2596 pies. Desde luego echamos de ver que este radio tiene 1,3494 pies ménos que el obtenido (278). Esta diferencia, que equivale á mas de $\frac{2}{5}$ del valor del radio 3,2596, nos manifiesta en virtud de lo expuesto (214) que solo con hacer la variacion de reducir á dos dedos la distancia del centro de gravedad del cajon á la circunferencia exterior de la rueda del agua, ó de hacer que el ancho del cajon tenga 4 dedos ó $\frac{1}{4}$ de pie, se disminuyen los gastos de plantificacion en mas de *dos quintos*: economía de mucha consideracion para el Labrador, pues equivale á *mas de un cuarenta por* 100 de ahorro del capital.

Veamos en la actualidad qué mayor cantidad de agua podrémos elevar con este ahorro. El peso de toda la máquina era de 88 arrobas (278); y suponiéndole proporcional al radio, será en esta ocasion de 62 arrobas. Estas, á razon de 5 onzas de pérdida cada una, producen entre todas 19,375 libras, Por lo cual, las 89,14

libras, que es el esfuerzo de una caballería, quedarán reducidas á 69,765 libras de potencia efectiva. Y haciendo las correspondientes sustituciones en la (ec. *H* § 244), tendrémos para la cantidad de agua que se equilibrará con dicha potencia la espresion $\frac{69,765.20}{1,017.3,3846}$ $= \frac{1395,3}{3,4421} = 405,36$ libras.

Ahora, cada cajon contiene la mitad del ancho del considerado (278); luego, pues que todas las demas dimensiones son las mismas, contendrá la mitad de la cantidad de agua que aquellos, á saber 8,8125 libras. Por consiguiente, si dividimos por este número las 405,36 libras que han de estar suspensas en los cajones, equilibrándose con la fuerza motriz empleada, tendrémos que necesitarán 46 cajones.

Para determinar el número de cajones que se pueden colocar entre el nivel del pozo y el punto mas alto de la rueda del agua, necesitamos fijar el lado del polígono de dicha rueda, ó el número de los aguadores. Suponiendo que el polígono sea el de 16 lados, corresponde á uno de estos 1,2719 de pie, que hacen 20,35 dedos.

Dividiendo la profundidad 85 por 1,2719, resulta que entre el nivel del pozo y el centro de la rueda del agua se podrán colocar 66,8 cajones; que agregándoles los 4 que se aplicarán al cuadrante superior ascendente de la rueda, componen entre todos 70,8; los que se deberán colocar del modo siguiente: se pondrán cuatro veces de seguida dos cajones, dejando un lugar vacío; á continuacion se pondrá un cajon dejando un lugar hueco; y repitiéndose lo mismo indefinidamente, tendrémos que en las 100 vueltas que dan las caballerías, vaciarán en la artesilla 1033 cajones, que á razon de 8,8125 libras de agua cada uno, caerán en la artesilla 9103 libras de agua, que hacen 193,68 pies cúbicos, que son 29,62 pies cúbicos de mas en la hora que los obtenidos (278), cuando la distancia del centro de gravedad de los cajones á la circunferencia exterior de la rueda del agua era de 0,25 de pie ó de 4 dedos; y equivale á cerca de la *quinta parte* de aumento.

Para encontrar el *efecto útil*, supondrémos que la distancia del fondo de la artesilla al nivel del pozo sea la misma que en el párrafo (278) á saber 85,5 pies. Por consiguiente, si multiplicamos las 9103 libras de agua por dicho número de pies, tendrémos que el *efecto producido* será equivalente á elevar 778306,5 libras de

agua á un pie de altura; y dividiendo este número por 1123164 que es la fuerza empleada por la caballería, tendrémos 0,693 para el *efecto útil*.

El efecto útil para esta profundidad y una sola caballería era 0,587 cuando el centro de gravedad ó eje de los cajones distaba de la circunferencia exterior de la rueda del agua 4 dedos, ó 0,25 de pie. Ahora, reducida á la mitad, ó á 0,125 de pie la expresada distancia, obtenemos 0,693 por efecto útil, que excede al anterior en 0,106 y equivale á un 18 por 100 de aumento.

306 Supongamos que la distancia del centro de gravedad de los cajones á la circunferencia exterior de la rueda del agua sea de un dedo únicamente, esto es, de 0,0625 de pie. Lo cual nos quiere decir que el cajon tiene de ancho 2 dedos en lo interior; por lo que teniendo la mitad del ancho que en el caso precedente, y siendo las mismas todas las demas dimensiones, contendrá la mitad de la cantidad de agua, esto es 4,40625 libras.

En este caso el radio de la rueda del agua será 2,305; y considerando el polígono de 11 lados, tendrá (nota del § 34 Lib. 3) 1,2989 de pie por lado, que hacen 20,78 dedos.

Suponiendo el peso de toda la máquina proporcional al radio, supuesto que, como ya hemos dicho, diferirá poco de la verdad, pues que el correspondiente á la profundidad de 85 pies es de 88 arrobas, ahora que el radio de la rueda del agua es 2,305 será de 44 arrobas. Estas, á razon de 5 onzas cada una, producen entre todas 13,75 libras por causa de los rozamientos; que restadas de las 89,14 que es el esfuerzo que produce una caballería mayor, quedan 75,39 de potencia efectiva; y la (ec. *H* § 244) dará para la cantidad de agua que se ha de equilibrar con dicha potencia

$$\frac{75{,}39 . 20}{1{,}017 . 2{,}3675} = \frac{1507{,}80}{2{,}4077} = 626 \text{ libras, que hacen } 25{,}04 \text{ arrobas.}$$

Ahora bien, como cada cajon de estos contiene 4,40625 libras de agua, para saber los cajones que se necesitan, dividirémos 626 por 4,40625 y tendrémos que se necesitarán 142 cajones.

Si dividimos la profundidad 85 por 1,2989 que es el lado del polígono, tendrémos 65,44; por lo cual se podrán colocar entre el nivel del pozo y el centro de la rueda del agua 65,44 cajones; y agregándoles 2,75 que se aplicarán al cuadrante superior de la rueda, componen entre todos 68,19. Y como se necesitan 142 para contener el agua que se ha de equilibrar con

la potencia efectiva que obtuvimos, resulta que no hay espacio en la maroma ni aun para colocar la mitad de los cajones que necesitamos; por lo tanto debemos investigar lo que mas conviene en este caso. Dos medios se nos presentan; ó hacer uso de una caballería menor, y determinar la longitud del brazo de palanca, y magnitud de la rueda del aire, para que no se pierda potencia motriz alguna, ni dejen de colocarse todos los cajones posibles, ó aumentar el largo de los cajones. Y para que nada falte en una investigacion, mas importante de lo que á primera vista podrá parecer á algunos, vamos á ejecutarlo por ámbos métodos; lo cual suministrará otro término de comparacion, en beneficio del Labrador ó propietario.

Principiemos empleando la caballería menor. Su esfuerzo es (248) 50 libras. Restando de ellas las 13,75 que destruyen los rozamientos, quedan 36,25 libras de potencia efectiva. Y puesto que se pueden colocar entre el nivel del pozo y el punto mas alto de la rueda del agua 68,19 cajones, y conteniendo cada uno de estos 4,40625 libras de agua, entre todos contendrán 300,46 libras de agua. Dejarémos iguales las ruedas del agua y del aire, y tratarémos de determinar la longitud del brazo de palanca á que se ha de aplicar dicha caballería menor, para que ni falte ni sobre potencia motriz. Con este objeto, sustituirémos en la proporcion del (§ 244) 36,25 en vez de P; 300,46 en vez de x; 2,3675 en vez de RO, dejando indeterminada la PC; lo cual nos dará 36,25 : 1,017.300,46 : : 2,3675 : PC, que en virtud de lo expuesto (§ 200 Ar. de N.) resulta PC=19,96 pies, valor bastante adecuado.

La circunferencia que trazará la caballería será (§ 505 cor. I. T. E.) de 125,4123 pies; la caballería camina 2,5 pies por segundo; luego si dividimos dicha circunferencia por 2,5 tendrémos que la expresada caballería tardará en andarla 50,165 segundos; y como la hora tiene 3600 segundos, resulta que la caballería dará 71,76 vueltas en la hora. En cada una se vaciarán 11 cajones; y por consiguiente el número de cajones que se vaciarán en las 71,76 vueltas será de 789,36 que, á razon de 4,40625 libras de agua cada uno, componen 3478 libras, que hacen 74 pies cúbicos.

307 Queda pues comprobado que con disminuir la distancia del centro de gravedad del cajon á la circunferencia esterior de la rueda del agua, se aumenta no solo el *efecto producido*, sinó tambien el *efecto útil*, disminuyendo el gasto al mismo tiempo.

308 Veamos todavía á cuánto puede ascender esta diminucion en el caso del límite de las profundidades que hemos considerado, á sa-

ber, de ser 1000 pies la diferencia entre el nivel del pozo y el centro de la rueda del agua. Siendo un dedo ó 0,0625 de pie la distancia entre el centro de gravedad de los cajones y la circunferencia esterior de la rueda del agua, el radio de esta (209) será 7,9055, valor que es la mitad exactamente del 15,811 que hemos hallado (300); por lo que se advierte desde luego que suponiendo los gastos de plantificacion proporcionales á los radios de las ruedas, tendrémos ya reducidos á la mitad dichos gastos. Si el producto que se lograse por este medio fuese la mitad del obtenido por aquel, habia como una compensacion. Pero vamos ahora á manifestar que disminuyendo tambien considerablemente los gastos de conservacion, manutencion y reparacion, el efecto producido es mucho mayor que la mitad del que se ha encontrado. Puesto que suponíamos de 410 arrobas el peso de toda la máquina, le deberémos suponer ahora de 205. Estas, á razon de 5 onzas de pérdida cada una en la fuerza motriz, producen entre todas 64,06 libras de pérdida. Ahora debemos indagar antes de todo las caballerías que se han de aplicar para sostener llena de cajones toda la cuerda, maroma ó cadena, sin que haya interrupcion alguna; lo cual nos proporcionará el dar á conocer otro rumbo para aprovecharse siempre de toda la estension de la cuerda, cadena ó maroma sin desperdiciar nada de fuerza.

El polígono que supondrémos inscripto en la circunferencia de la rueda será el de 37 lados; y tendrémos (267) para dicho lado 1,341 pies, que hacen 21,456 dedos, valor suficiente.

Si dividimos la profundidad 1000 por 1,341 tendrémos que entre el centro de la rueda del agua y el nivel del pozo se podrán colocar 745,7 cajones; que agregándoles los 9,25 que se aplicarán al cuadrante superior ascendente de la rueda del agua, componen un total de 754,95 cajones. Cada uno de ellos contendrá (306) 4,40625 libras de agua; y multiplicando este valor por los 754,95 cajones, tendrémos que el segundo miembro de la (ec: H § 244) deberá ser 3326,5. Con este conocimiento, debemos determinar ahora el valor de la potencia motriz que se ha de equilibrar con ella. Para esto sustituirémos en dicha ecuacion en vez de RO su valor $7{,}9055+0{,}0625=7{,}968$ pies, dejando indeterminadas las cantidades P y PC; lo que nos dará $\frac{P.PC}{1{,}017 \cdot 7{,}968}=3326{,}5$; ó lo que es lo mismo $\frac{P.PC}{8{,}1035}=3326{,}5$; que multiplicando el segundo miembro por lo que divide al primero, se tiene $P.PC=26956{,}3$. Esto quiere decir que el pro-

ducto de la potencia que se ha de emplear por el brazo de palanca ha de ser igual con 26956,3.

Si suponemos el brazo de palanca de 20 pies de largo, resultará que dividiendo por 20 las 26956,3 nos resultará 1347,8, que espresará en libras la potencia motriz que se necesita emplear. Reunida esta potencia efectiva á las 64,06 que destruyen los rozamientos, componen entre todas 1411,86 libras; y como suponemos de 89,14 el esfuerzo de cada caballería, tendrémos que se necesitarán 15,84 caballerías mayores; esto es, quince caballerías mayores y algo mas de *ocho décimas* partes del esfuerzo de otra, que podrémos suponer ser el esfuerzo de otra caballería, y que por consiguiente sean en todas diez y seis; pues la corta cantidad de 0,16 que le falta, influyendo favorablemente en la potencia, debe siempre procurarse que esta sea algun tanto mayor. Pero, como por una parte no se pueden colocar cómodamente las diez y seis caballerías en la circunferencia de 20 pies de radio, pues no les corresponde 8 pies de espacio á cada una, y por otra parte nos dirigimos á manifestar el modo de vencer todas las dificultades, supondrémos que solo sean quince las caballerías que empleamos, y que la falta de potencia equivalente á las 0,84 de caballería se supla con el aumento de longitud del brazo de palanca; lo que al mismo tiempo nos servirá para que en el andén puedan colocarse con desahogo las quince caballerías.

Estas producirán un esfuerzo de 1337,1 libras; que disminuidas en las 64,06 que destruyen los rozamientos, quedarán en 1273,04 libras de potencia efectiva. Por consiguiente, si dividimos por este número el 26956,3 nos resultará la longitud que háyamos de dar al brazo de palanca, y que será de 21,2 pies; su circunferencia tendrá 133,2 pies, que dan muy cerca de 9 pies para el espacio de cada una, y que es lo suficiente. Ahora, como cada caballería anda 3,5 pies por segundo, si dividimos el valor de dicha circunferencia por 3,5 nos resultará que en cada vuelta se tardarán 38,1 segundos. Y como la hora tiene 3600 segundos, resulta que en dicho tiempo darán tanto las caballerías como las ruedas del aire y del agua 94,5 vueltas. En cada una se vaciarán en la artesilla tantos cajones como lados tiene el polígono de la rueda del agua, ó como aguadores hay; luego se derramarán 37 cajones; y en las 94,5 vueltas que se dan en la hora vaciarán 3496,5 cajones que, á razon de 4,40625 libras cada cajon, derramarán 15406,5 libras de agua, que hacen 327,8 pies cúbicos.

Si repartimos esta cantidad entre el número 15 de las caballerías, resultan 21,85 para el número de pies cúbicos de agua que eleva cada una. En el párrafo (300) hemos obtenido 1150,24 pies cúbicos de agua en la hora, empleando 22 bueyes y 30 caballerías mayores, que es un esfuerzo equivalente al de 52 caballerías mayores. Y dividiendo los 1150,24 pies cúbicos por 52, resultan 22,12 pies cúbicos de agua que eleva cada caballería. Donde vemos que ahorrándonos la mitad de los gastos de primitiva construccion en este género de noria, eleva cada caballería casi lo mismo que en la otra, pues que solo se diferencian los resultados en 0,27 de pie cúbico que no llega á 13 libras de agua.

Para encontrar el *efecto útil* en este caso, supondrémos que el fondo de la artesilla esté 1000,7 pies mas alto que el nivel del pozo, por lo que, si multiplicamos por este número las 15406,5 libras que se aprovechan, tendrémos para el *efecto producido* 15417284,55; y dividiendo este número por la fuerza motriz empleada por las quince caballerías, que á razon de 1123164 libras, asciende á 16847460, resultará 0,915 para el *efecto útil*.

Para no dejar nada que desear, vamos á calcular esta noria en el mismo supuesto de ser la profundidad de 1000 pies, y la misma distancia del centro de gravedad de los cajones á la circunferencia esterior de la rueda del agua; pero suponiendo que la longitud del cajon sea de 4 pies. En este caso, como el alto es el mismo, y esta longitud es cuádrupla de la de los cajones que hemos considerado (214), resulta que contendrán el mismo volúmen de agua, pues el ancho del cajon es ahora la cuarta parte de lo que entonces era. Luego contendrá las mismas 17,625 libras de agua.

El radio de la rueda será el mismo que el del párrafo anterior, á saber 7,9055; y el lado del polígono de 37 lados será igualmente 1,341 pies. El número de cajones que ahora se pueden colocar es como en dicho caso de 754,95 que á razon de 17,625 libras, contendrán entre todos 13306 libras de agua. Esta cantidad deberá ser el segundo miembro de la (ec. *H* § 244) sustituyendo en ella 7,968 en lugar de RO; por lo que se nos convertirá en $\frac{P.PC}{1,017.7,968}=13306$ libras; ó lo que es lo mismo $\frac{P.PC}{8,1035}=13306$; que multiplicando

el segundo miembro por lo que divide al primero, tendrémos $P.PC = 107825,171$.

Si suponemos de 30 pies el brazo de palanca PC, resultará que dividiendo por 30 dicho número 107825,171 tendrémos 3594,17 que espresará en libras la potencia motriz que se necesita emplear.

Reunida esta potencia efectiva á las 64,06 que destruyen los rozamientos causados por el peso de la máquina que hemos designado varias veces ser el peso equilibrado, compondrán 3658,23 libras. Y como suponemos de 89,14 el esfuerzo de cada caballería, tendrémos que se necesitarán 41,04 caballerías, de las que solo tomarémos las 41. Mas como en la circunferencia correspondiente á 30 pies de radio, solo pueden caber cómodamente unas 20 caballerías mayores, resulta que aun cuando quisiésemos suplir la falta con bueyes que obrasen en brazos de palanca de 20 pies, no podrían caber los 21 que se necesitan, en atencion á que una caballería mayor ejerce el mismo esfuerzo que un buey ó vaca cuando la palanca á que obra esté á las dos terceras partes de aquella. En este concepto, darémos 36 pies de longitud al brazo de palanca á que han de obrar las caballerías; y tendrémos 24 para el de los bueyes. Dividiendo por 36 las 107825,171 libras, nos resultará 2995,14 que espresará en libras la potencia efectiva que necesitamos emplear para equilibrarse con la cantidad de agua que ha de estar contenida ó suspensa en los cajones. Añadiendo á estas las 64,06 que se necesitan para vencer los rozamientos que causa el peso de toda la máquina, tendrémos que hay necesidad de emplear 3059,2 libras. Luego, si dividimos esta cantidad por 89,14 que es el esfuerzo de una caballería, tendrémos que se necesitarán 34,32 caballerías mayores; pero como en la circunferencia de 36 pies de radio, no se podrían colocar cómodamente mas de 25 caballerías, será preciso prolongar aun mas el brazo de palanca, y combinar las caballerías mayores obrando aplicadas á brazos de palanca de 36 pies con bueyes ó vacas aplicados á brazos de palanca de 24 pies de longitud. Y para presentar ejemplos de todos los casos, supondrémos que sean 35 las caballerías en lugar de las 34 y 0,32 del esfuerzo de otra que se necesitan emplear; y que el esceso de fuerza motriz que empleamos se compense disminuyendo la longitud del brazo de palanca. Supondrémos ademas que sean 12 los bueyes que se empléen y 23 las caballerías mayores.

Para proceder á esta investigacion, llamarémos x al brazo de palanca á que se han de aplicar dichas caballerías, con lo cual tendrémos que $\frac{2}{3}x$ será el brazo de palanca á que se habrán de aplicar

los bueyes ó vacas: el esfuerzo de los espresados 12 bueyes, á razon de 133,7 libras cada uno, será de 1604,4 libras, que disminuidas en las 64,06 que destruyen los rozamientos, quedan 1540,34 libras de potencia efectiva, que será el valor que deberémos sustituir en vez de P en la (ec. H § 244); $\frac{2}{3}x$ en vez de PC; y 7,968 en lugar de RO; con lo cual dicha ecuacion nos dará $\frac{1540,34 \cdot \frac{2}{3}x}{1,017 \cdot 7,968} = \frac{1026,89x}{8,1035}$ para las libras de agua con que se ha de equilibrar el esfuerzo de los 12 bueyes ó vacas contando con los rozamientos.

Sustituyendo en la misma ecuacion en vez de P el esfuerzo de las 23 caballerías mayores, que á razon de 89,14 libras cada una, es 2050,22; x en lugar de PC; y el mismo valor 7,968 en lugar de RO, tendrémos que las libras de agua con que se equilibrará este esfuerzo de las 23 caballerías, se hallará espresado por $\frac{2050,22 \cdot x}{1,017 \cdot 7,968} = \frac{2050,22x}{8,1035}$.

Reuniendo ahora estas dos espresiones, tendrémos que su suma deberá ser igual con las 13306 libras de agua que han de estar contenidas en los 754,95 cajones; luego tendrémos $\frac{1026,89 \cdot x}{8,1035} + \frac{2050,22x}{8,1035} = 13306$; multiplicando ambos miembros por el denominador 8,1035 se nos convertirá en $1026,89x + 2050,22x = 107825,171$; efectuando la suma del primer miembro, se convierte en $3077,11 \cdot x = 107825,171$; y dividiendo el segundo miembro por 3077,11 tendrémos por último $x = 35,04$ pies; lo cual nos dice que el brazo de palanca á que han de aplicarse las 23 caballerías mayores, ha de ser de 35 pies; pues la fraccion 0,04 de pie nada influye; y como el brazo de palanca á que se han de aplicar los bueyes ó vacas ha de ser las dos terceras partes de este, tendrémos que dichos motores se aplicarán á brazos de palanca de 23 pies y 4 pulgadas.

Las 23 caballerías se deberán colocar de modo que sus brazos respectivos de palanca formen entre sí ángulos de 15° y 39′; y los

12 bueyes ó vacas deberán estarlo de modo que sus brazos respectivos de palanca formen entre sí ángulos de 30 grados.

Para encontrar la cantidad de agua que se derramará en la artesilla durante la hora, observarémos que en cada vuelta de la rueda del agua, y por consiguiente en cada una de las de todos los motores, vaciarán en dicha artesilla 37 cajones. Luego solo nos falta determinar el número de vueltas que darán las caballerías mayores en el mismo tiempo. El radio del andén, por donde estas caminan, tiene 35 pies; por lo mismo su circunferencia tendrá 219,9113; y como las caballerías caminan 3,5 pies en cada segundo, tardarán en andar una circunferencia 62,83 segundos; y en los 3600 segundos que tiene la hora, darán tanto unos como otros motores 57,3 vueltas, ó andarán este número de circunferencias. En cada vuelta se vacian 37 cajones; luego en las 57,3 vaciarán en la artesilla 2120,1 cajones, que á razon de 17,625 libras cada uno, derramarán entre todos 37366,76 libras de agua, que hacen 795 pies cúbicos.

Dividiendo este número de pies por el número 35 que es el total de las caballerías y bueyes, resulta 22,7 pies cúbicos para el agua que cada una eleva. En el (§ 300) hemos obtenido 1150,24 pies cúbicos elevados en una hora por 52 caballerías; y corresponde á cada una 22,12 pies cúbicos, que es menor que el acabado de obtener en 0,59 de pie cúbico, lo cual es de mucha consideracion atendiendo á que reduciéndose á la mitad el gasto de la máquina, cada caballería da mas de un 2 por 100 de producto en cada hora.

Multiplicando el número de las 37366,76 libras de agua por 1000,7 que es la altura á que se aprovecha, se obtiene 37392916,7 para el *efecto producido*; y dividiéndole por el esfuerzo de las 35 caballerías mayores, que á razon de 1123164, componen entre todas 39310740, resulta 0,951 para el *efecto útil*.

Siendo este el mayor de cuantos hemos encontrado, y tambien mayor de cuantos efectos útiles se obtienen en las máquinas existentes, pues que la pérdida que se esperimenta en la nuestra no llega á la *vigésima parte* de la fuerza empleada, comprueba con la mayor evidencia cuanto hemos espuesto (301) acerca de la noria, á saber, de que *á proporcion que aumenta la profundidad, se va logrando mayor efecto útil*.

309 Hemos planteado todos los cálculos comprendidos desde el (246) hasta el (295), para cuando hayan de servir de motor las caballerías mayores; y los que lo están desde el (295) hasta el (309) se hallan planteados combinando los bueyes ó vacas con dichas ca-

ballerías; y como nada hay mas conducente, útil y provechoso, que el hacer uso de los bueyes ó vacas, para que por sí solos sirvan de motor, vamos á indicar el medio de hacer que los cálculos y resultados ya obtenidos se apliquen exactamente al caso en que se quiera que los motores únicamente sean los bueyes ó vacas *. Solo hay una modificacion sumamente sencilla que hacer; y es el disponer la noria de modo que la rueda del aire tenga un radio que equivalga á vez y media el de la rueda del agua, calculado en cada caso particular; lo que originará el que á cada dos dientes de la rueda del agua correspondan tres de la del aire. De este modo, en cada dos vueltas que dé el buey, la rueda del agua dará tres, de la misma manera que si tuviesen por motores caballerías mayores, derramándose la misma cantidad de agua, el mismo número de cajones, &c. &c., es decir, que todo lo demas, á saber, el efecto producido y el efecto útil permanece constante, siendo idénticos los resultados.

310 Si sumamos los valores de todos los efectos útiles que hemos encontrado, y dividimos por el número total de ellos que es 62, tendrémos para *el término medio del efecto útil de nuestra noria perfeccionada* 0,7385; y sumando el efecto útil de la noria de que habla *Rozier* (177) con el de la noria del convento de Jesus de esta

---

* Acerca del uso de los bueyes ó vacas en la noria solo hemos hallado en el *Tratado elemental de las Máquinas* por *Mr. Hachette* página 343 lo siguiente: «*Mr. Duchanois*, Ingeniero de puentes y calzadas, ha visto en Egipto una noria que servía para regar un campo de trébol, perteneciente al Bey del Cairo; y ha observado que el agua se elevaba de 6,75 metros de profundidad; y cuatro bueyes en verano trabajando seis horas al dia producían 382 unidades dinámicas de un metro cúbico elevado á un metro de altura; lo que hace subir el jornal del buey á 95. Este mismo jornal es de 127 en el invierno; bastando tres bueyes para el servicio de la máquina.” Tomando un término medio entre 95 y 127, resultan 111 metros cúbicos de agua elevados á un metro de altura, que equivalen á 18415,2 pies cúbicos españoles de agua, elevados á un pie español de altura; y como por la columna décima del número 19 de la tabla 2.ª del (§ 151 Lib. 5) corresponde al jornal del buey ó de la vaca 190080 pies cúbicos españoles de agua elevados á un pie español de altura, trabajando ocho horas, resulta que el espresado jornal del buey en seis horas estará representado con arreglo al valor de dicha tabla por 142560; luego el jornal del buey en el Cairo no equivale á la séptima parte de lo que debía producir; de donde resulta que la noria á que se aplicaban distaba mucho de la nuestra en perfeccion, y por consiguiente en producto.

Segun me ha asegurado mi paisano y amigo *Don Francisco Martinez Robles*, en Málaga hacen uso de las vacas para elevar el agua de las norias, y tienen reconocidas las ventajas que nosotros hemos anunciado; pues mantienen dichos animales con los despojos de las huertas, y el ramage de las batatas.

corte (231), que son los únicos datos que se tienen de las existentes, resulta *para el término medio del efecto útil* de las norias actuales 0,35595; donde se ve que *el término medio del efecto útil que se obtiene por nuestra noria perfeccionada* es mas de dos veces mayor que el de las conocidas; y por consiguiente las ventajas de nuestro procedimiento, ademas de la mayor economía, son mas de dos veces mayores.

311 Por los valores obtenidos, se echa de ver que el diámetro de la rueda del agua no llega á 10 pies hasta la profundidad de 100 pies (281).

Las menores dimensiones que pueden darse para abrir un pozo rectangular, son 7 pies de longitud y $4\frac{1}{2}$ de ancho; vestido, resultan $2\frac{1}{2}$ pies de vano y 5 de largo; con lo cual puede un hombre trabajar al revestirlo y bajar cómodamente. Si es elíptico, se hace que á los estremos del rectángulo termine en una curva entre semicircular y semielíptica.

Es costumbre entre los prácticos el calcular la superficie de la escavacion como si fuese un rectángulo, aunque se componga de un rectángulo y dos semicírculos, de manera que teniendo dicho rectángulo 7 pies en su mayor dimension y $4\frac{1}{2}$ de ancho, su superficie será $7.4\frac{1}{2}=7.4,5=31,5$ pies superficiales. Y si la profundidad fuese de 100 pies, resultarían 3150 pies cúbicos; y como en Madrid se acostumbra en la actualidad el pagar la escavacion por varas cúbicas, resulta que como cada una de estas tiene 27 pies cúbicos, para reducir á varas cúbicas los 3150 pies cúbicos, dividirémos este número por 27; con lo cual hallarémos que dicha escavacion será de 117 varas cúbicas; y como tambien se adopta la costumbre de hacer á destajo las escavaciones pagando 7 reales por vara cúbica, resulta que el gasto de esta escavacion será próximamente de 819 reales.

Si el pozo fuese cuadrado, el que se puede abrir de menores dimensiones, es el de 5 pies de lado; si circular, el de 5 pies de diámetro; advirtiendo que estos pozos circulares son los que sostienen mejor las tierras.

Desde la profundidad de 100 pies en adelante es mas económico hacer dos pozos que uno solo; en este caso se suelen llamar, como ya hemos dicho (166), *pozos de calzones ó á la inglesa.* En efecto, si á la profundidad de 130 pies que hemos visto (284) corresponde un radio de 5,7 pies, y por consiguiente un diámetro de 11,4 pies; resulta que abriendo dos pozos circulares de $2\frac{1}{2}$ pies de radio, cuyos

centros disten entre sí 11,4 pies, quedará en el intérvalo un macizo de tierra de 6,4 pies; y toda esta parte ménos se necesitará escavar. Por arriba se escava la parte necesaria para que gire la rueda del agua.

En la parte inferior se unirán ambas escavaciones y se formará la caldera y cadena como se acostumbra. Esto no solo ahorra escavacion, sinó el gasto que resulta de los arcos ó puentes que suelen hacerse á diferentes profundidades para sostener las tierras.

Cuando se haya de emplear la noria para elevar las aguas de los rios, charcos, pantanos, &c. en que no hay que hacer escavacion, resultarán aun con mucha mayor economía.

312 En cuanto á los medios de encontrar la cantidad de agua en los pozos de las norias, no se debe perder de vista lo que hemos puesto (149 y 150) de *Ardemans* y *Cabasés*; y en cuanto á los medios de aumentarla, se conseguirá ó bien profundizando mas los pozos, ó por los medios de que hablarémos en el libro séptimo y en el décimo.

313 Aunque en nuestra opinion se deberán preferir las cadenas de fierro fundido á todos los demas medios de sujetar los cajones, sin embargo, no podemos ménos de repetir que nuestras maromas de esparto son muy adecuadas al objeto; y segun *Hoppensach* que estuvo en España muchos años dirigiendo las minas de Almaden y Guadalcanal, semejantes cuerdas ó sogas son sólidas, cuestan poco, y son mas fuertes y ménos pesadas que las de cáñamo. Sin embargo, tienen el inconveniente de producir mal olor, particularmente los primeros dias que se usan.

314 Para no dejar nada que desear, vamos á manifestar con un ejemplo, lo que hemos asegurado (214), á saber: que los cajones ó arcaduces cilíndricos ó redondos son los mas desventajosos que se pueden emplear. Con el fin de hacerlo ver, supongamos que la profundidad del pozo sea tambien la de 85 pies; y que el cajon haya de contener igual cantidad de agua, teniendo la misma altura, y siendo cilíndrico en lugar de ser prismático. Pues que la altura es la misma, todo está reducido á encontrar el diámetro ó radio de la base del cilindro que ha de ser igual en superficie á la del rectángulo que sirve de base al cajon que hemos supuesto tener un pie de largo, y medio de ancho; por lo que la superficie será $\frac{1}{2}$ ó 0,5 de pie cuadrado; y como la superficie del círculo, que sirve de base al cilindro, es (§ 522 cor. 1.° I T. E.) $3,14159.R^2$, espresando por R el radio del círculo que sirve de base al cilindro, tendrémos $3,14159.R^2=0,5$; que da $R^2=0,159155$; y estrayendo la raiz cua-

drada, será $R=0,3989$ de pie. La forma cilíndrica ó redonda no es la mas adecuada para poderse fijar á la cuerda ó maroma, de modo que la superficie interior del cajon que está en contacto inmediato con el agua que contiene, se suponga precisamente á la misma distancia del centro de la rueda del agua, que lo está el lado del polígono inscripto en esta; pero no obstante, lo supondrémos así, para que la comparacion resulte de todo punto exacta. Por lo que, si multiplicamos este número 0,3989 por la profundidad 85, tendrémos 33,9065 que, estrayendo la raiz cuadrada, se tiene 5,823 para el radio de la rueda del agua.

Suponiendo que el polígono, que se le inscriba, sea el de 21 lados, tendrémos que el lado de este polígono será 1,7358 pies, que hacen 27,7728 dedos. Este valor ya es escesivo; y para que no peque por este motivo nuestro cálculo, y atemperarnos á la mayor exactitud que permite el caso, inscribirémos el polígono de 26 lados, y su lado será de 1,4033 pies, que hacen 22,45 dedos. Puesto que aquí el radio es mayor que en el (§ 278), el peso de toda la máquina será mayor que el de 88 arrobas que allí hemos supuesto; y proporcionalmente al radio, será de 111,2 arrobas. Estas, á razon de 5 onzas de pérdida cada una, producirán 34,75 libras de pérdida por causa de los rozamientos; las que restadas de las 89,14 que es el esfuerzo de una caballería, quedan reducidas estas á 54,39 libras de potencia efectiva; y haciendo las competentes sustituciones en la (ec. *H* § 244), tendrémos para la cantidad de agua que se ha de equilibrar con dicha potencia, la espresion $\frac{54,39.20}{1,017.6,22} = \frac{1087,80}{6,3257}$ $=171,9$ libras, que hacen 6,876 arrobas, y necesitan 9,75 cajones ó cubetos cilíndricos ó redondos.

Dividiendo la profundidad 85 por 1,4033, que es el lado del polígono, se tiene que entre el centro de la rueda del agua y el nivel de esta en el pozo, se podrán colocar 60,57 cajones ó cubetos, que agregándoles los 6,5 que se aplicarán al cuadrante superior ascendente de la rueda, componen un total de 67 cajones; por lo que los 9,75 se deberán colocar del modo siguiente: para que ocupen con uniformidad todo el espacio comprendido entre el nivel del pozo y el punto mas alto de la rueda del agua, se pondrá un cubeto dejando seis espacios vacíos por cuatro veces seguidas; luego se pondrá un cajon dejando cinco espacios vacíos; y repitiéndose todo esto indefinidamente desde el principio, se tendrá que en cinco vueltas se derramarán 19 cajones;

y en las 100 que da la caballería, se verterán en la artesilla 38 cajones, que, á razon de 17,625 libras cada uno, derramarán 6697,5 libras de agua, que hacen 142,5 pies cúbicos. Y como en el párrafo 278 hemos hallado 164,06, nos resultan de ménos 21,56 pies cúbicos, que es mas de una séptima parte; luego solo con hacer cilíndricos ó redondos los cajones, nos privamos en este caso de mas de la *séptima parte* del producto. Las personas que miran con indiferencia ó desconfianza los resultados que presenta el cálculo, deberían hacer todos estos ensayos, es decir, deberían construir una noria con arcaduces ó cubetos redondos, y con cajones prismáticos de las dimensiones que hemos dicho (214); y no dudo se comprobaría cuanto hemos asegurado.

315 Finalmente, para no dejar nada por comprobar, vamos á poner un ejemplo de lo que se podrá aumentar el producto de la noria, cuando nuestras artes del fierro * lleguen al mayor grado de perfeccion, que será cuando, sin aumentar el peso de la máquina, se hallen tan unidos los cajones ó cangilones que no quede vacío alguno en la longitud de la maroma, cuerda ó cadena, y que por la parte superior falte solo al borde de los cajones lo muy preciso para que viertan, siendo al mismo tiempo el menor posible el grueso de los cajones; pues de este modo se aprovechará toda la potencia. Entónces se podrá calcular *ex-profeso* la máquina en cada altura determinada, fijando las dimensiones del cajon para que todo resulte adecuado. Sin embargo, para que se nos comprenda mejor, supondrémos que las dimensiones del cajon sean las espresadas (214), y que se arregle todo lo restante de modo que se concilien las demas circunstancias. Así, teniendo el cajon 9 pulgadas ó 12 dedos de alto, y no necesitándose actualmente distancia alguna entre el suelo del cajon y el aguador inferior, podrémos suponer que dicho fondo se halle en la misma línea del eje ó gozne que ha de unir los eslabones entre sí, figurándolo en forma de cadena; y por la parte superior bastará que tenga dos dedos de hueco para verter el agua. Resulta pues, que el intermedio entre las aris-

* Tengo la mayor satisfaccion en anunciar que *Don José Bonaplata* ha establecido en Barcelona un gran taller de construccion de máquinas con sus correspondientes fundiciones de fierro y cobre. La maquinaria y los operarios principales han venido de Inglaterra. El Establecimiento se halla en estado de construir cualquier obra de Mecánica presentando los modelos, ó el plano con exactitud, si se deséa que se construyan los modelos en el mismo Establecimiento.
Los que necesiten hácer algun encargo se dirigirán *á los Señores Bonaplata Vilaregut, Rull y compañia. Barcelona.*

tas ó ejes de los aguadores podrá suponerse de 15 dedos, y este deberá ser el número de lados del polígono, que próximamente se haya de inscribir en la rueda del agua.

El radio de esta es (306) 2,305; y como vamos á inscribir el polígono de 15 lados, cada uno de estos valdrá 0,9584 de pie, que hacen 15,3344 dedos. Dividiendo la altura 85 por 0,9584, resulta que entre el nivel del pozo, y el centro de la rueda del agua se podrán colocar 88,69 cajones; y agregándoles los 3,75 que se aplicarán al cuadrante superior ascendente de la rueda del agua, componen entre todos 92,44 cajones.

Para ver los que se necesitan en este caso, debemos observar que pues aquí el radio de la rueda del agua es igual con el obtenido (306), deberémos suponer tambien el mismo el peso de toda la máquina, es decir, que le supondrémos de 44 arrobas. Mas como aquí los cajones han de ser mas largos, pesarán mas; por lo que supondrémos que el peso de toda la máquina sea de 50 arrobas, que á razon de 5 onzas, producen todas 15,625 libras de pérdida por causa de los rozamientos. Restadas estas de las 89,14 que es el esfuerzo de una caballería, quedarán 73,515 libras de potencia efectiva; y haciendo las correspondientes sustituciones en la (ec. H § 244), tendrémos para la cantidad de agua que se ha de equilibrar con dicha potencia efectiva, la espresion $\frac{73{,}515.20}{1{,}017.2{,}3675}=\frac{14703{,}00}{2{,}4077}=611$ libras próximamente, que hacen 13 pies cúbicos. Y como cada cajon debe contener 4,40625 libras de agua, resulta que se necesitarán 138,6 cajones. En la espresada altura solo pueden colocarse 92,44; luego es preciso aumentar ó el ancho ó el largo del cajon para que se contenga toda el agua necesaria; el aumentar el ancho no nos acomoda, tanto por ser perjudicial, como porque sería entónces necesario variar el radio de la rueda del agua; por lo cual, adoptarémos un medio análogo al espuesto (256) para encontrar el largo que le hayamos de dar. Las dimensiones del cajon que buscamos, pues que el lado del cajon, que primitivamente hemos considerado (214), es de un pie de largo, serán de $\frac{138{,}6}{92{,}44}=1{,}4994$ pies, que componen como unos 24 dedos. Ahora bien, el volúmen del cajon estará representado por el producto de sus tres dimensiones, es decir, por $1{,}4994.0{,}125.0{,}75=1{,}4994\cdot\frac{1}{8}\cdot\frac{3}{4}=1{,}4994\cdot\frac{3}{32}=0{,}1406$ de pie cúbico,

que hacen unas 6,6082 libras de agua. Multiplicando este valor por los 92,44 que es el número de cajones que se pueden colocar, resultan muy próximamente las 611 libras que ya dedujimos arriba, y que son las que efectivamente han de estar suspensas en ellos. En este caso, á cada vuelta de la caballería, y por consiguiente de la rueda del agua, se verterán en la artesilla 15 cajones; y en las 100 que da la caballería durante la hora se derramarán 1500 cajones, que, á razon de 6,6082 libras cada uno, derramarán en la artesilla 9912,3 libras, que hacen 210,9 pies cúbicos. Y como el resultado que se obtuvo (278) era de 164,06, resultan de mas en este caso 46,84 pies cúbicos, que es mucho mas de la *cuarta parte* segun hemos asegurado (269). Con lo cual resulta comprobado cuanto hemos dicho; y juzgamos que con la doctrina espuesta y los numerosos ejemplos que hemos resuelto, se podrán vencer todas las dificultades que puedan ocurrir en la práctica.

He llegado por fin al término de la escabrosa carrera que emprendí respecto de la noria. Es cierto que me ha costado fatigas y penalidades sin cuento; pero tengo el consuelo de haber procurado que se presente al nivel de los demas *Tratados Físico-Matemáticos*, una materia sobre la cual existian únicamente nociones vagas, inciertas, y aun erróneas (178), y sin perder el apreciable carácter de que *tan interesantes máquinas puedan ejecutarlas nuestros actuales constructores*.

Acaso podrá suceder que se conceptúen difusas y aun molestas mis investigaciones sobre este asunto, al ver tantos y tan variados casos y ejemplos; pero tengo una completa seguridad de que si los sugetos que puedan imponer semejante tacha se hallan en el caso de construir alguna noria, desearían entónces que hubiese yo descendido á otros pormenores. En mi concepto, *he seguido el método* que corresponde á tratados de esta naturaleza; y si logro en mis dias saber que algun Labrador ó propietario ha mejorado de suerte poniendo en ejucion alguna de las idéas que dejo indicadas, será para mí una de las mayores satisfacciones.

CAPÍTULO III.

De la bomba de rotacion perfeccionada.

316 Coloco en el tercer lugar, para levantar el agua en cantidad suficiente para satisfacer lás necesidades de los pueblos y de la Agri-

cultura é Industria, la *bomba de rotacion* que yo he discurrido, y que denomino *bomba de rotacion perfeccionada*, ya porque es susceptible de elevar el agua á una altura indefinida, ya porque su manejo y uso es sumamente sencillo, y ya porque los gastos de plantificacion, y de reparacion y conservacion son los ménos que se pueden discurrir, particularmente acomodándose á las circunstancias de nuestro pais. Ante todas cosas, juzgo de la mas absoluta necesidad el principiar este capítulo insertando la nota con que *Mr. Borgnis* termina el prólogo de su *Tratado de Máquinas Hidráulicas*, que, copiada literalmente, dice así: "No es raro en las artes, y sobre todo en las artes mecánicas, encontrar muchas personas que hayan concebido las mismas idéas, ya simultáneamente, ya en épocas y distancias mas ó ménos aproximadas; la historia presenta con frecuencia ejemplos de esta naturaleza que no me detendré en citar. A la verdad, muchas personas que no se han comunicado, y que cada una por su parte ha tenido la misma idéa para la creacion ó mejora felíz de una máquina ya imaginada, cada una, repito, movida de la íntima conviccion de que no es plagiaria, se puede considerar como inventora; mas como es raro que se pueda probar la prioridad de otro modo que por los escritos auténticos, está generalmente admitido que solo el que ha consignado primero en obras públicas la descripcion de su idéa, debe ser reputado como su inventor. Los demas deben renunciar á esta gloria, aunque sea incontestable á su conciencia, que no han tenido ninguna noticia del descubrimiento de su competidor." En la *bomba*, de que vamos á ocuparnos, se verifica esta circunstancia; pues, discurrida por mí en el año de 1819, cuando principié á ocuparme de esta materia, con motivo de la Real órden que se me comunicó para practicar la nivelacion del Jarama, este invento se halla conocido y bastante divulgado en Europa, coincidiendo con mis idéas en gran parte. Pero aun se obtiene por mis procedimientos mayor número de ventajas. Y aunque yo renuncio voluntariamente la gloria que me pueda caber como inventor, á pesar de la notoria imposibilidad que yo he tenido para publicar mi descubrimiento desde la época mencionada de 1819; sin embargo, yo me contentaré con el placer que me resultará si los Españoles, adoptando lo que voy á esponer, débanse las primeras idéas á quien quiera, obtienen las ventajas que yo concibo y trato de proporcionarles.

317 Para proceder con la debida claridad, dividiré este capítulo en tres secciones; en la 1.ª, daré las nociones necesarias para completar la doctrina de las bombas, que tenemos ya publicada en nues-

tras obras; en la 2.ª, manifestaré el órden que seguí para descubrir mi *bomba de rotacion*; y en la 3.ª, daré noticia de las que se conocen ya en Europa, construidas bajo un principio análogo, indicando las circunstancias en que es preferible la mia.

SECCION PRIMERA.

Nociones sobre las bombas para que sirvan de complemento á la doctrina que tenemos esplicada en los parages citados (6) *de nuestras obras.*

318 La indispensable precision de elevar las aguas para las necesidades domésticas é industriales ha escitado á los Geómetras y Físicos á escogitar los medios de conseguir este objeto. Convencido yo de esta necesidad, he hablado de dichas bombas en los parages referidos; y ahora voy á dar aquí una idéa general de los *depósitos de aire*, que se les suele poner, para hacer su chorro continuo; y á dar algunas otras noticias que faciliten la inteligencia de nuestra *bomba de rotacion*.

319 *Depósitos de aire*. En la mayor parte de las bombas, cuando el émbolo baja, el efecto se suspende, y se detiene igualmente el paso del líquido por el parage en que desagua. Esta intermitencia, en el movimiento del líquido, tiene el inconveniente de perder gran cantidad de fuerza motriz; porque el agua pasa sin cesar del estado de movimiento al de reposo. Para evitar este defecto se dispone en el cuerpo de bomba un vaso herméticamente cerrado de fundicion ú hoja de fierro, ó fierro laminado, que comunique por un tubo con el conducto de ascension. Este aparato se halla representado por puntos en *G* (figs. 65 y 66 lám. 6). He aquí su efecto. Cuando el agua sube empujada por el émbolo ascendente, entra en el depósito de aire y le comprime aumentando su fuerza elástica. Bien pronto baja el émbolo, y el aire comprimido restituye por su tension el esfuerzo que se ha gastado para introducir el agua en el recipiente, y el líquido continúa subiendo. Este recipiente es un almacen de fuerza, que se reune allí, para gastarse mientras dura la intermitencia. La fuerza de compresion del émbolo tiene su accion disminuida en toda la cantidad que se le devuelve despues, cuando el émbolo retrograda, y el resultado final viene á ser el mismo.

320 Es necesario que la capacidad del recipiente sea tal que el resorte del aire eleve tanta agua como el émbolo; y ademas, es indispensable poner á la bomba, que tiene depósito de aire, una llave

que arregle la cantidad de aire contenido en dicha capacidad; porque se ha observado que *una superficie de un decímetro cuadrado* (18,55 pulgadas cuadr. esp.) *bajo una presion de* 65 *metros* (233,28 pies esp.) *de altura*, *absorve por dia* 7 *litras* (3,47 azumbres esp.) *de aire atmosférico*. Por lo cual, se necesita introducir nuevo aire para reemplazar el que se pierde por esta causa, y conviene introducirlo cuando se advierte que el agua no conserva su paso uniforme.

321 Tambien se puede conseguir un chorro continuo, haciendo uso de la bomba de *doble efecto*, que representamos (fig. 67 lám. 6); la cual se compone de una caja cilíndrica sumergida en el depósito; el cuerpo de bomba es *PAB*; el émbolo es macizo; hay tres válvulas, á saber: *A*, *B* y *C*. Esta última gira al rededor de una charnela ó eje fijo esterior al cuerpo de bomba, de modo que pueda cerrar alternativamente el paso hácia arriba y hácia abajo del conducto de comunicacion con el cuerpo de bomba. Cuando baja el émbolo *P*, la válvula *B* se cierra, *A* se abre, *C* tapa el conducto superior; el agua entra por cima del émbolo, por el orificio *A*, y es repelida por debajo. El líquido sube por el conducto inferior al tubo de ascension *R*, que es la posicion representada por la figura. Cuando el émbolo sube de nuevo, *A* se cierra, *B* se abre, y *C* tapa el conducto inferior; el agua es repelida por cima en el tubo de ascension; y entra por debajo en el cuerpo de bomba. Todo lo que acabamos de espresar forma una *bomba impelente de efecto continuo*; pero si la caja está elevada por cima del depósito, y los orificios *A* y *B* comunican con dos tubos, que van á sumergirse en él, para servir á la aspiracion, la bomba será *atraente é impelente*.

322 En la marina se hace uso de la *Bomba real* ó de *doble émbolo*; sobre cuyo punto no nos detendrémos, ni tampoco sobre la que tiene *doble émbolo y dos cuerpos de bomba*, porque no conducen directamente al objeto de esta obra. Tampoco dirémos nada de la *bomba de émbolo metálico sin guarnicion*, ni de la que se conoce con el nombre *de bomba de los presbíteros*, que tiene dos émbolos y dos cuerpos de bomba.

SECCION SEGUNDA.

Idéas que me condujeron á inventar mi bomba de rotacion, *que denomino* bomba de rotacion perfeccionada.

323 En los años de 1818 y 1819, que fué cuando me ocupé exclusivamente y con intensidad en asuntos relativos á las aguas,

no conocía yo la *bomba de doble efecto que acabamos* de describir; por lo que llamó muy particularmente mi atencion el evitar la interrupcion que producía el movimiento alternado del émbolo en las bombas ordinarias; y ademas, deseando ponerlo en grande, y de un modo adecuado para una caballería, fueron muchos los pensamientos que me ocurrieron, principalmente para conseguir este objeto con gastos de corta consideracion; y entre una inmensidad de idéas sobre que fijé mi pensamiento, adopté definitivamente lo que sigue.

324 Supongamos dos círculos *A* y *B* (fig. 68 lám. 6) excéntricos, que se toquen en el punto *C*. Si el círculo interior se mueve alrededor de su centro, siempre permanecerá en contacto con el exterior. Si suponemos que, en el círculo interior, haya en direcciones opuestas de dos diámetros perpendiculares, unas ranuras ó muescas para contener cuatro chapas, que por medio de resortes se hallen siempre en contacto con el círculo exterior, resultaría que, si por un lado del punto de contacto se abriese una comunicacion *S*, de cualquier figura y ya lateral ó en el fondo, con un líquido ó con un fluido, al girar el círculo interior, la chapa que estaba en contacto en *C*, le empujará, y hará que vaya á parar hasta encontrar el punto de contacto por el otro lado; y si, ántes de llegar á dicho punto de contacto, tuviese abertura para salir, se escaparía por ella el líquido. Fijo ya en esta idéa, quedaron mis investigaciones reducidas á tres puntos principales; 1.° á discurrir el mecanismo de que se podría hacer uso para conservar las chapas siempre en contacto con el círculo exterior; 2.° á excogitar el modo de hacer llegar, hasta la entrada, el agua, que era el fluido que se necesitaba considerar; y 3.° á disponer el aparato, de modo que saliendo el agua por el otro lado *S'*, se dirija al parage en que se necesite.

325 En cuanto al primer punto, me suministró la idéa de conseguirlo, el empléo de un resorte espiral de alambre análogo á los que se usaban en ciertos velones ó candeleros antiguos. En cuanto al segundo, se conseguiría este objeto poniendo la primera abertura *S* en comunicacion con un tubo que tuviese un extremo dentro del agua que se quiere elevar; y el otro extremo se hallase en comunicacion con la boca de esta máquina; pero de tal modo que la altura vertical, entre dicha boca ó abertura, y el nivel del agua que se quiere elevar, no exceda, si es en Madrid de 34,53 pies españoles de altura vertical, ó la altura que corresponda, si es en otro parage cualquiera, segun lo expuesto (§ 538 Mec.). En cuanto á dirigir el agua, desde la abertura *S'*, por donde sale de la máquina, hasta el

punto donde se necesite, cualesquiera que sean la diferencia de altura vertical y la distancia horizontal, no hay mas que colocar un tubo, en cualquier posicion; y empleando una fuerza proporcionada, se conseguirá sin disputa alguna el hacer llegar el agua al punto donde se necesite.

326 Previos estos conocimientos, mi *bomba de rotacion* destinada para ser movida por una caballería, de un modo análogo al de las norias, está representada en planta por la (fig. 69 lám. 6); y en alzado por la (fig. 70). El círculo *BDCE* representa la base de un cilindro constantemente fijo. *AFCG* representa la base de un cilinde igual altura, móvil al rededor del centro *o*. Este cilindro debe tener en la direccion opuesta de dos diámetros perpendiculares, cuatro muescas ó espacios en forma de paralelepípedo, en las cuales pueden entrar cuatro chapas, aletas, planchas ó álabes. Estas deben estar unidas á un resorte en forma de espiral, ó de la que dé á conocer por mas conducente la experiencia, con el fin de que dichos resortes las empujen, en términos que siempre estén en contacto con el cilindro exterior. En esta posicion, cuando una plancha ó aleta se halle situada como en *m*, terminando en el punto de contacto de ambos círculos, estará el resorte comprimido lo mas que puede estarlo. Moviéndose el círculo interior, en la direccion de *C* á *G*, como indica la flecha, y suponiendo que la plancha ó aleta *m* haya llegado á *n*, todo el espacio comprendido por la base *ChE*; y la altura de la máquina, se hallará vacío, pues que por la línea de contacto de los dos cilindros, no puede pasar el aire, y tampoco puede pasar por entre la paleta *E*, y la superficie del cilindro exterior, ni por entre las bases de dicha paleta, y las bases opuestas de la caja ó máquina; pero si hacemos una abertura, bien sea en el fondo como en *s*, ó bien lateralmente como en *t*, la cual comunique por la parte inferior con un depósito de agua, ó con un tubo que termine en la superficie de una corriente ó depósito de agua, cuyo nivel no diste de la espresada abertura mas de 34,53 pies españoles, si es en Madrid, ó una presion atmosférica si es en otro parage cualquiera, tendrémos que por el procedimiento explicado (§ 558 Mec.) al cabo de un cierto número de vueltas, llegará á subir el agua del pozo, corriente, manantial ó depósito y llenar este hueco. Continuando dando vueltas el cilindro interior, la paleta, que sigue, empujará al agua y la hará pasar primeramente al espacio *EBpGn*, despues al *BAFD*; y luego al *FDC*; y continuando el movimiento de rotacion de la máquina, saldrá por el tubo *T*, subiendo á una

altura indeterminada, con tal que se aplique á la máquina la competente fuerza. El tubo T podrá tener cualquier direccion; pero siempre convendrá, análogamente á lo expuesto (§ 326 Lib. 3), que resulten las menores sinuosidades. Y si destinamos la máquina á ser movida por caballería, deberá tener el tubo una direccion horizontal hasta mas allá del andén, para que la caballería camine por cima sin estorbo; y despues tomar la direccion que mas convenga para llegar al parage donde se necesita.

327 Para determinar la relacion de la potencia con la resistencia, observarémos que la potencia obra al extremo de la palanca P (figura 69 lám. 6); y la resistencia lo hace á diversas distancias del centro o, segun sea la posicion en que se hallen las paletas; pero como nos hemos propuesto siempre calcular mas bien quedándonos cortos, supondrémos que la resistencia obra en el parage mas desventajoso cual es á la distancia oP', punto medio de la mayor parte saliente de la chapa que corresponde á la mayor distancia de los cilindros.

No se puede conocer aquí el rozamiento sinó experimentalmente; pero en el ínterin, juzgamos que nunca podrá llegar al séptimo de la resistencia; por manera, que llamando Q la cantidad de accion absoluta, que se ha de producir, se tendrá que $\frac{8}{7}Q$ será la resistencia que se ha de tener que vencer en P'. Por lo que aquí podrémos suponer que la potencia y resistencia obran á los extremos de una palanca angular PoP'; y en virtud de lo espuesto (§ 234 Mec.), tendrémos que la fuerza que obra en P : á la resistencia $\frac{8}{7}Q$ que se le opone en P' :: oP' : oP.

Ahora, suponiendo que la potencia sea una caballería mayor, su esfuerzo, en virtud de lo espuesto (§ 151 L. 5), será 89,14 libras; el brazo de palanca correspondiente para que no se desperdicie fuerza debe (212) ser 20 pies españoles; luego si sustituimos estos dos valores en la proporcion anterior, tendrémos $89{,}14 : \frac{8}{7}Q :: oP' : 20$. Multiplicando estremos y medios, será $\frac{8}{7}Q.oP'=1782{,}8$; que, multiplicando por 7 y dividiendo por 8, resultará, $Q.oP'=1559{,}95$; y si dividimos ahora por oP', se tendrá $Q=\dfrac{1559{,}95}{oP'}$, que serán libras; pues en la proporcion anterior los primeros dos términos deben ser homogéneos, y el uno representa libras; y los otros dos espresan números abstractos, pues que representa cada uno las veces que la unidad lineal está contenida en la longitud de los brazos de palanca.

Aquí no se puede determinar la Q, que expresa la resistencia, sin que se averigüe de antemano la distancia oP'; y tambien se verifica que, dada la magnitud Q de la resistencia, se podría en virtud de la ecuacion anterior; determinar la distancia oP'; y si se diese la magnitud oP', determinaríamos el valor que correspondía á Q, que representa las libras de peso que mueve la paleta; y en virtud de lo demostrado (§ 561 Mec.) este peso es el de un cilindro de agua que tenga por base la abertura del tubo de ascension, y por altura la diferencia de nivel entre el agua en el depósito y el punto en que desagua. En efecto, aquí el agua sube desde el manantial, corriente ó depósito hasta la entrada s ó t por la presion atmosférica sobre dicho manantial ó depósito; en todo lo interior de la bomba se distribuiría y repartiría por las leyes de equilibrio, sobre un plano horizontal, como si no hubiese aletas; y desde el punto T hasta el parage donde se hace uso del agua, sube esta en virtud de una fuerza análoga á la de la bomba impelente. De donde resulta que el valor de Q será el peso, en libras españolas de una columna de agua, cuya base sea el diámetro del tubo T, y la altura la diferencia de nivel entre el del agua en el depósito y el parage donde ha de desaguar.

328 Para contraernos á un ejemplo, supongamos que el diámetro del círculo mayor de la máquina, esto es, CB, sea de 3 pies, ó 36 pulgadas; y el diámetro del círculo menor, de 28 pulgadas; quedarán 8 pulgadas para la parte saliente de las paletas; ó para BA, diferencia entre ambos diámetros; teniendo 14 pulgadas el radio del cilindro interior, quedan otras dos para que la paleta se halle dentro de la muesca en su posicion mas saliente; y resultará que la paleta tendrá 10 pulgadas; y quedarán 2 pulgadas para estar encogido el resorte, otra pulgada sólida para dar consistencia á la pieza, y luego otra para el radio del eje que ha de dar movimiento á la máquina. El resorte, en su parte mas extendida, tendrá 10 pulgadas. En esta disposicion, la oP' se compondrá del radio del cilindro interior, que es 14 pulgadas, y de la mitad de AB que es 4; luego tendrá 18 pulgadas ó 1,5 pies.

Dividiendo 1559,95 por 1,5, resultan 1039,967 libras. Luego, la columna de agua que en esta máquina podrá sostener ó subir la caballería, será 1039,967 libras; y como el pie cúbico de agua pesa 47 libras, será lo mismo que 22,127 pies cúbicos. Si suponemos ahora que la diferencia de nivel entre el agua en el depósito, y el parage T del tubo de salida sea, de 30 pies españoles, que es la

mayor altura á que en la práctica convendrá fijarse; pues aunque en Madrid se puede graduar por término medio la presion atmosféca (§ 538 Mec.) en 34,53 pies, siempre es prudente quedarse algo corto; entónces tendrémos que, dividiendo por 30 el valor de 22,127, nos resultará que el círculo que sirve de base al tubo *T* de salida ó al tubo de ascension, deberá tener $\frac{22,127}{30}=0,7376$ de pie cuadrado. Si queremos hallar el diámetro que ha de tener este tubo, en virtud de lo espuesto (§ 522 cor. 1.º I. T. E.), no tendrémos mas que dividir este valor por 0,7854; lo cual nos dará 0,9391 que espresará el cuadrado del diametro; y extrayendo la raiz cuadrada se tendrá 0,969 de pie para el diámetro de dicho tubo.

329 La determinacion de la altura que deberá tener esta bomba, para que salga toda esta cantidad de agua, así como el determinar la relacion de todas sus partes, á fin de proporcionar el *máximo efecto*, y tambien el investigar si conviene poner válvulas en los tubos de aspiracion y de ascension, son puntos que no se pueden aclarar por ahora sin recurrir á la esperiencia; pero, á muy pocos ensayos que se hagan, construyendo bombas por este sistema, se notará la gran ventaja que proporcionará este procedimiento para cualquier altura; pues no hay mas que aplicar la fuerza competente. Pero este sistema aplicado en grande para la Agricultura, proporcionará relativamente mas ventajas, cuando sea pequeña la diferencia de nivel entre el agua del depósito y la del parage donde se ha de hacer uso de ella; pues cuando sea grande, es mas ventajosa la noria, como ya hemos indicado.

330 El introducir esta máquina para uso de la Industria y Agricultura en grande es muy ventajoso: 1.º porque el tubo de aspiracion, es decir, el conducto que desde el depósito conduzca el agua por la presion atmosférica hasta dentro de la máquina, puede ser de cualquier materia, esto es, metálico, ó de piedra, ó simplemente de barro cocido, que aunque tenga un pie ó dos de diámetro, resistirá muy bien para la altura de 30 á 40 pies con un par de dedos de grueso; y esta es una cosa que en cualquier alfarería se puede obtener. La colocacion puede hacerse verticalmente ó inclinada, ya estando los caños descubiertos, ó ya enterrados; lo cual evita el hacer obras de consideracion, y sobre todo no tenerlas que ejecutar en la inmediacion del agua; pues con tal que la boca inferior del tubo esté dentro de este líquido, el aparato de la máquina se puede colo-

car en cualquier parage. El cuerpo de esta puede ser de metal, de piedra, de vidrio, ó de cualquier otra materia fundida. Los tubos de ascension, desde la máquina hasta el parage donde se ha de emplear el agua, pueden ser de metal, de barro, de madera, ó de cáñamo sin costura, hechos por un procedimiento nuevo, y cuyo secreto poséo, y comunicaré á quien se proponga ejecutarlos.

331 Este mecanismo ó bomba de rotacion me ocurrió especialmente para que se pudiese mover por una caballería, del mismo modo que la noria; pero se le puede aplicar cualquier motor, como los hombres, el viento, el agua, ó el vapor de esta; lo que no presenta ninguna dificultad. Sin embargo, como uno de los medios que podrá surtir mejor efecto en España, es el que dicho mecanismo se pueda poner en movimiento, haciendo uso de la fuerza motriz de la misma agua, no será inoportuno el que pongamos aquí la disposicion mas ventajosa, en mi concepto, para las localidades que presenta nuestra Península.

Consiste en este caso el procedimiento en hacer uso de una rueda de paletas curvas descritas (en la sec. 3 del cap. 2 Lib. 5) cuyo eje sea el que mueva el *excéntrico de una bomba de rotacion*, de las que acabamos de describir; pero que se halle dispuesta verticalmente, como indica la (fig. 71 lám. 6). La rueda hidráulica la representamos por *R*; *B* representa la bomba de rotacion; *T* el tubo de aspiracion, cuyo extremo *M* debe estar en el depósito, pero ántes de que el agua haya ejercido su accion sobre las paletas de la rueda hidráulica, por las razones dadas (221). *T'* es un tubo que llamarémos de *ascension* para conducir el agua al parage donde se necesita. La colocacion de un aparato de esta naturaleza en España, se puede hacer en la práctica facilísima y económicamente del modo que vamos á explicar.

Los rios presentan con mucha frecuencia en su curso una de estas dos circunstancias; ó *un trozo* en línea recta; ó un *recodo*. Cuando la corriente del rio sigue una línea recta, como representa la (fig. 72), se puede conseguir sin gastos de consideracion de este modo Sea *MN* la corriente; se estrecha por medio de dos porciones curvas *ABCD*, *EFGH*; en medio se pone una rueda *RS*, con su bomba de rotacion *PQ*; que estriben ámbas sobre los pilares *X*, *Z*. El hacer estas dos porciones curvas se puede conseguir por los medios explicados en el lib. 4.°, y tambien en muchos casos se logrará plantando árboles en las orillas, siendo mejores los mimbres; despues doblar las ramas y cubrirlas con tierra, lo que les hace brotar

nuevamente, y forma un conjunto tan sólido que resiste de un modo considerable. Se debe procurar que la salida sea bien grande para que resulte la mayor diferencia de nivel posible. Estas ruedas se podrán levantar, para que las avenidas no las aneguen, haciendo que los puntos de apoyo, esto es, las palomillas sobre que han de girar los gorrones de la rueda, puedan subir por cualquier artificio mecánico; entre los cuales merece la preferencia el *cric ó gato* que damos á conocer (§ 255 Mec.)

En muchos de nuestros rios se presentan parages donde por ir la corriente entre peñascos &c. se estrecha ella por sí misma; y entónces se puede colocar allí la rueda, sin mas gasto de fábrica que los dos pilares en que se ha de sostener. En otros parages bastará colocar los dos pilares solamente por los procedimientos del libro 4 y colocar sobre ellos la rueda que se mueva como en un fluido indefinido.

332 Cuando el rio presenta un *recodo*, como se ve (fig. 73 lám. 6), entónces se hace una cortadura por los procedimientos siguientes: supongamos que *MNPQ* sea un recodo, en el que nos convenga situar una de nuestras bombas. Lo primero que deberémos practicar en *AB* trabajando en seco, es la obra conveniente para establecer los pilares de la rueda, y el canalizo en que esta se ha de mover. Para lo cual se principia dicha obra un poco ántes de la orilla del rio en la parte inferior del recodo. Hecha toda esta obra en seco, procurando que ántes y despues del parage donde ha de girar la rueda, se estienda algo la obra, para que el agua no pueda por ningun evento abrirse paso por otra parte que por el espresado canalizo, y no omitiendo medio para que despues se ensanche la salida todo lo posible, sin olvidar en estos casos que las mayores ruedas son las mas ventajosas. Hecha ya en seco la obra necesaria para la colocacion de la rueda, se quitará toda la porcion de tierra que se dejó mas abajo de la fábrica *AB* para ensanchar mucho la salida; y para que la misma agua facilite el abrir la cortadura, se principiará haciendo una zanjita muy estrecha *KL* de cualquier modo con azadas, palas, &c. y se irá amontonando la tierra hácia la parte donde están los circulitos que representan los árboles que conviene plantar para estorbar que el agua pase por el recodo, y facilitar que vaya por la cortadura. Convendrá principiar esta operacion en la época de mayor crecida del rio, para que cuanto ántes pueda pasar el agua por la zanja; y entónces con palas, layas, &c. &c. se van dando golpes en la zanja para ensancharla y profundizarla; de manera que á poco

que se remueva la tierra, el agua misma se la llevará: con lo cual se tendrá, sin muchos gastos, la disposicion conveniente para situar la rueda y máquina.

SECCION TERCERA.

Noticia de las bombas que se conocen con el nombre de Bramah *y de* Dietz, *cuya construccion estriba en el mismo principio que nuestra bomba de rotacion perfeccionada.*

333 Para evitar los inconvenientes de las bombas ordinarias se han ideado en varios paises diversos procedimientos casi en una misma época. Pondrémos aquí los dos que tienen analogía con nuestra *bomba de rotacion perfeccionada*, segun se insertan en los números XI y XII del artículo (*Pompes*) en el tomo XVI *del Diccionario Tecnológico*.

334 *Bomba de Bramah.* "Las bombas de movimiento alternativo tienen los diversos inconvenientes ya manifestados, siendo uno de los mas graves la pérdida de fuerza motriz. Por esta causa se ha tratado de sustituir á estas bombas otras de movimiento de rotacion circular, cuya continuidad de efectos no presentase el mismo vicio. Entre estas máquinas debe distinguirse la inventada por *Bramah*, célebre mecánico inglés.

»Las dos especies de ruedas, núcleos ó rodillos de madera *A* y *B*, tangentes el uno al otro (fig. 74 lám. 6) tienen cada uno cuatro alas *E*, dispuestas en ángulo recto una de otra. En medio de cada uno de los arcos intermedios hay una cavidad *D* por donde puede pasar el ala de la otra rueda. Estas alas frotan sobre la pared interior de una caja cilíndrica *DCD* que contiene los núcleos ó rodillos, y que está dispuesta circularmente, es decir, formando dos porciones reunidas de cilindros huecos, cuyos ejes son los de las ruedas *A* y *B*. Las alas tienen guarniciones de cuero para hacer perfecto su contacto, á medida que cada una viene á resbalar á su vez sobre la pared.

»La caja está cerrada en las dos caras opuestas por dos fondos ó planos bicirculares que frotan en las bases de los rodillos. Por la parte esterior hay dos ruedas dentadas de igual diámetro, y del mismo número de dientes, montadas en ángulo recto sobre los ejes de los rodillos interiores; de donde resulta que, al verificarse la rotacion de una de las ruedas, la otra gira con la misma velocidad en sentido contrario, y los cilindros ó rodillos toman tambien estos movimientos. La caja comunica con dos tubos: el uno *F* que tiene por objeto el

aspirar el agua en la parte inferior; el otro *G* que la conduce al desagüadero superior.

»He aquí el efecto de este mecanismo. Por medio de una cigüeña se hacen girar las ruedas y rodillos; el agua que llena el aparato, impulsada por las alas *E*, ocupa el intérvalo que separa los rodillos de las paredes de la caja; se ve obligada á subir al tubo de ascension *F*. Por otra parte, cuando las alas abandonan la pared, se presentan frente á la concavidad de los rodillos que las reciben, sin entorpecer su movimiento; y como el agua arrojada hácia arriba deja en la caja un vacío, la presion atmosférica precipita en él las aguas del depósito por el tubo de aspiracion si esta caja no tiene mas de 10 metros de altura por cima de su nivel. Si la caja se halla vacía de agua, la rotacion produce primeramente la aspiracion, y echa fuera el aire: la caja se llena, y luego sube el agua. La válvula *C* está destinada á impedir que vuelva á bajar el agua cuando la máquina está parada. Los ejes atraviesan los fondos por cajas de cuero ó de estopas.

335 »*Bomba de Dietz.* El aparato, acabado de describir, se diferencia poco del imaginado por el mecánico *Dietz*. La caja circular de cobre ó de fundicion de fierro (fig. 75 lám. 6) comunica con dos tubos, el uno *A* de aspiracion y el otro *B* de ascension. Esta comunicacion se verifica por medio de muchos agujeros que atraviesan la pared de la caja en los parages en que los tubos les están herméticamente unidos. En lo interior de esta caja cilíndrica hay un rodillo ó cilindro de madera *O*, cuyo eje paralelo al de la caja es escéntrico; y las dimensiones de este rodillo se calculan de tal modo, que su superficie va á frotar contra la pared en un parage *P'* intermedio entre los orificios de comunicacion de ambos tubos.

»El rodillo está socavado en la direccion de los radios formando ángulos rectos por cuatro cavidades *L*, en que están introducidas unas alas *P*,*P'* de modo que el rodillo tenga su superficie traspasada por las estremidades de estas cuatro alas, formadas de cuero doble y frotan en la pared interior. Como el rodillo es escéntrico, es preciso que las alas puedan alargarse ó acortarse para comprimir esta pared, segun el lugar que cada uno ocupa sucesivamente al girar el rodillo. Este efecto se produce por medio de resortes fijos en el fondo de las cavidades radiantes *L*; estos resortes impulsan sin cesar á las alas para obligarlas á salir de estas cavidades, donde están por otra parte sujetas por la presion que ejerce la pared. El todo está recubierto en las bases por dos fondos circulares, y el apa-

rato está construido de modo que cada uno de los cuatro espacios P,P' que separan las alas no tengan comunicacion alguna con los demas.

»He aquí el efecto de esta máquina. Por medio de una cigüeña, montada en su árbol, se comunica un movimiento de rotacion al nucleo escéntrico OO, en el sentido indicado por las flechas. El agua que llena los espacios P,P' de la caja es arrojada al girar; pero como se interrumpe la comunicacion en el punto de contacto de la pared con el rodillo, el líquido se ve precisado á seguir el tubo B, única salida que tiene, y sube en el tubo de ascension. Por otra parte, el vacío que se produce en el orificio del tubo A, en el espacio K que se aumenta, produce una aspiracion que repara las pérdidas; de modo que la caja se llena por un lado, y se vacia por otro como en la bomba de *Bramah*. Por lo demas, el aparato ha de estar á ménos de 10 metros sobre el nivel del depósito."

336 Estas *bombas de Dietz* son las que mas analogía tienen con la mia; y he tenido muchísima satisfaccion en ver que producen muy buen efecto al aplicarlas; convenciéndome prácticamente de que ya no pueden ofrecer dificultad los detalles de construccion para la mia. Y aunque todas las que yo he visto en las fábricas de París y Bruselas son en pequeño, y están dispuestas únicamente para incendios, y para regar jardines ú otros usos, pero siempre en corta cantidad, estoy seguro de que los medios que se hallan establecidos en ellas son bastante adecuados para conseguir el buen efecto de mi máquina en grande; y para convencer del sólido fundamento con que yo me he decidido por este mecanismo, con preferencia á los demas, bastará observar que los gastos de su plantificacion primitiva por los medios espresados (329) serán mucho menores que los que hasta ahora cuestan las demas bombas; y en cuanto á los gastos de reparacion y conservacion no hay máquina en el mundo de cualquier naturaleza que sea, que se le pueda comparar bajo el aspecto económico; pues no hay ninguna (esceptuando el *ariete hidráulico*) que se deteriore ménos; y para que no se nos tache de exagerados, debemos advertir que el anuncio impreso que los señores *Stoltz* y compañía, fabricantes mecánicos de París (rue Coquenard núm. 18), concluye con el siguiente párrafo. "Si la bomba se hallase desgastada al cabo de dos, ocho ó diez años, segun el servicio que haga, se pondrá de nuevo en el establecimiento. Las del núm. 1 á 4 por 10 á 12 francos; y las del núm. 4 hasta el 9 de 15 á 18 francos." Lo cual quiere decir, que cuando una bomba de estas se inutilice, en llevándola á la fábrica, y pagando lo mas *setenta y dos reales*,

dan otra máquina nueva, ó aquella misma como si lo estuviese. Esta circunstancia es sumamente apreciable; pues como nuestros propietarios se hallan tan escarmentados por haber adquirido máquinas nuevas con grandes gastos, y descomponiéndoseles una sola pieza, se ven precisados á inutilizar la máquina perdiendo todo el capital y gastando mucho mas de los setenta y dos reales en la operacion mecánica de quitarla, no podrán ménos de aplaudir el que yo haya fijado mi consideracion en una máquina que siempre puede conservarse en actividad sin renovar el capital, solo con el sacrificio de una cantidad tan corta. Esta ventaja es de mas consideracion de lo que parece; pues la repugnancia ó aborrecimiento que los propietarios manifiestan para recibir mejoras nuevas, es por lo chasqueados que se ven la mayor parte de las veces.

337 De estas bombas de *Dietz* tienen *MMrs. Lussi* un almacen con privilegio de introduccion en Madrid calle de San Fernando: pudiendo asegurar que en todas partes donde se han establecido están sumamente contentos los propietarios que las usan. Y como las que se construyan por mi sistema costarán ménos y producirán mayor efecto dinámico, elevando mayor cantidad de agua, no hay duda que su propagacion producirá ventajas considerables. En efecto, las dos bombas que acabamos de describir, así como otras varias de que se hace uso en Inglaterra y otros parages se han ideado principalmente para los incendios; y por este motivo se empléa en ellas el hombre por motor. Pero las bombas destinadas para los incendios difieren mucho en el modo con que necesitan producir su efecto, de la *bomba de rotacion perfeccionada*, que propongo para los usos en grande de la Agricultura é Industria.

338 En efecto, las bombas destinadas á apagar los incendios deben tener cualidades particulares que las distinguen de las otras máquinas hidráulicas. Estas cualidades son: 1.ª ser ligeras, poco voluminosas, y estar dispuestas de modo que se puedan trasportar de un lugar á otro con la mayor celeridad. 2.ª Que se les pueda aplicar la accion simultánea del mayor número posible de hombres; y que estos puedan operar con vigor, pero sin sacudimientos perjuciales á la máquina; que, mientras que esta obra, no haya estorbo ni confusion; que los hombres puedan emplear su fuerza en una disposicion igualmente ventajosa, y que no se pierda ninguna parte de esta fuerza. 3.ª Que arrojen el agua sin interrupcion á la mayor distancia posible; y 4.ª que se pueda dirigir el chorro de agua en todos sentidos.

339 Mi bomba de rotacion, cuyo destino es elevar el agua en gran cantidad para satisfacer las necesidades de la Agricultura é Industria, no debe estar dispuesta para que el hombre sea el motor; pues que ya hemos dicho en la primera parte de nuestra Mecánica Industrial (II C.) que es el mas caro de todos; y así la debemos disponer para que sea movida por caballerías, por el agua, por el vapor ó por el viento.

Y aunque es verdad que, al salir yo de París, se principiaban á construir las bombas de *Dietz* para que las moviesen caballerías, sin embargo empleaban engranages para su construccion. Por lo cual son mas sencillas las mias, que producen el movimiento de rotacion horizontal directa y sencillamente sin necesidad de ningun engranage: resultando por esta causa, no solo mas simples, sinó aun mas económicas, aniquilando menor porcion de fuerza motriz á causa de los rozamientos; por lo cual no hay duda en que producirán mayor utilidad.

340 Ademas de todo esto, hay otras circunstancias por las cuales mi bomba de rotacion es preferible á la de *Dietz*, y son las siguientes. 1.ª El orígen ó principio del tubo de aspiracion, en general, es pequeño en las bombas de *Dietz*, y debe aumentarse; pues la práctica me ha enseñado no solo el que se cierran muchos agujeros, sinó que aunque se hallen todos abiertos, como al salir de la fábrica, no sube bastante cantidad de agua. 2.ª El principio del tubo, despues de los agujeros, debe ser embudado, para disminuir la contraccion de la vena fluida. 3.ª El tubo de aspiracion y el de ascension pecan por demasiado estrechos, y conviene al contrario que mas bien sean demasiado anchos; 4.ª el hacer que sirva de motor la misma agua como una rueda hidráulica de cualquier especie, ó combinarla con los mecanismos de los molinos, batanes &c. &c., para que sin gasto nuevo estraordinario eleve el agua á donde convenga; 5.ª aplicar la fuerza del viento para que les sirva de motor, sobre cuyo punto nos ocuparémos en el capítulo que sigue, pudiéndoseles aplicar igualmente el vapor como fuerza motriz.

341 Todas estas circunstancias son fáciles de conseguir, en virtud de los conocimientos que se ponen en esta obra; mayormente auxiliados con los que se suministran en las cátedras de Geometría y de Mecánica aplicadas á las Artes, que S. M. va disponiendo se establezcan ya en casi todas las capitales de provincia.

CAPÍTULO IV.

De los polders ó puldres *perfeccionados y combinados con los otros medios para conciliar mayor número de ventajas en nuestro pais.*

342 En Holanda suelen llamar indistintamente *polders ó puldres*, tanto á los terrenos que desecan para ponerlos en cultivo, como á las máquinas que usan para desaguarlos. Estas máquinas son unas ruedas de paletas que se mueven por el mecanismo de un molino de viento, es decir, que así como las ruedas de paletas chocadas por una corriente de agua trasmiten el movimiento al parage que se necesita para cualquier trabajo industrial, aquí la fuerza del viento se aplica por medio de los engranages y demas mecanismos para hacer que se mueva una rueda de paletas que está sumergida parcialmente en un depósito de agua en reposo, y con este movimiento se obtiene que las paletas eleven el agua y la dirijan á un canal mas alto que el depósito. El conjunto del edificio con aspas, rueda y todo lo demas, le denominan *molino para elevar el agua, polder etc.*, y tiene por objeto el ascenso de las aguas sin valerse de bombas, sinó de las indicadas ruedas que la elevan en gran cantidad, pero á poca altura; con lo cual logran desecar los terrenos pantanosos que allí tanto abundan, y ponerlos en estado de cultivo. Tambien ejecutan esto mismo con los terrenos cubiertos por el mar, haciendo un dique, y estrayendo luego el agua por este procedimiento de la parte separada del mar por el dique; y de este modo han conseguido robar al Océano una inmensidad de terrenos que, puestos en cultivo, les proporcionan cosechas muy lucrativas.

343 En Francia se acostumbra bastante el aprovechar la accion del viento para elevar las aguas, valiéndose por lo regular de las bombas; pero este mecanismo de elevarlas en Holanda es propio y peculiar de dicho pais; y como por otra parte el modo de aplicar allí la fuerza motriz del viento se halla muy bien entendido, y se hace un uso tan general de él, que en medio de las poblaciones se ven elevados edificios que sirven para todo género de industria, me decidí á recorrer aquella Nacion para cerciorarme por mis propios ojos del estado de perfeccion en que se halla este ramo.

344 Para proceder con órden en lo que me propongo declarar so-

bre este punto, dividiré este capítulo en tres secciones. En la primera, daré las noticias que he podido adquirir en mis viages, insertando cuanto he podido recolectar; en la segunda, daré á conocer lo relativo al modo de aprovechar la accion del viento en general; y en la tercera, manifestaré los principales modos de aprovechar la fuerza del viento para elevar las aguas, y trataré con especialidad de los *polders ó puldres*; de las mejoras de que es susceptible este mecanismo; indicaré los parages de nuestro pais en que pueden plantificarse con muchas ventajas, y las combinaciones de que es susceptible, con los procedimientos anteriores para la produccion de mayores efectos.

SECCION PRIMERA.

Noticias que he podido adquirir en mis viages acerca de los polders ó puldres.

345 En la obra intitulada *Teatrum machinarum universale de Van*, impresa en Amsterdam año de 1734, se incluyen todas las descripciones de los molinos de viento hasta dicha época; y en virtud del exámen de esta obra, espuse en la primera parte de mi Mecánica Industrial (II C.), que *el modo con que ordinariamente se recibe este motor, y se aplica al trabajo, se aproxima tanto á la perfeccion como se puede desear.*

Mas, como dicha obra es tan antigua, y de medio siglo acá se han hecho tantos descubrimientos en todas las Ciencias, me propuse reconocer los molinos de viento que para todas las industrias tienen establecido los holandeses. Con cuyo motivo, despues de visitar los que hay en Montmartre cerca de París, destinados á moler el trigo, y otros de las inmediaciones de aquella capital para levantar el agua por medio de las bombas, tanto para regar las posesiones, como para estraer la de las canteras, pasé á Lila, y desde allí á Bruselas, Amberes, Roterdam y Amsterdam.

346 Los molinos de Montmartre, en París, discrepan poco en el modo de recibir la fuerza del viento, de los nuestros de la Mancha, Coruña &c. &c.; y la figura de sus alas viene á ser la de la (fig. 76 lám. 7); pero en Lila y en sus inmediaciones ví ya una notable diferencia en las alas; pues son como representa la (fig. 77 lám. 7). Dichos molinos de Lila, que abundan de un modo muy estraordinario, se hallan destinados á la fabricacion del aceite que se estrae de las semillas de colza, nabo &c. Todo el molino con escalera y demas

adherentes gira al rededor del eje *C* para colocarse en la direccion del viento, como se ve (fig. 78 lám. 7); y dentro del molino está el aparato destinado á moler las semillas y el de esprimir el aceite. El primero se reduce á un cierto número de mazos, que vienen á ser de 6 á 8; caen sobre sus correspondientes morteros y trituran las semillas; esta pasta se pone al fuego en una especie de tarta de fierro para que se caliente; un hombre solo pone esta masa en sacos, y esprime el aceite por un procedimiento análogo al que hemos descrito (§ 426 Lib. 5), sin mas diferencia que el efectuarse la percusion sobre las cuñas, por maderos que suben y bajan con el ausilio de la misma potencia, cuando el operario lo tiene ya todo dispuesto. En términos, que un hombre solo dirige la maniobra. Todo el molino cuesta unos cinco mil francos, ó veinte mil reales vellon.

347 Continuando mi viage, ví ya en Ambéres un molino de alas verdaderamente *á la holandesa*, con su corredor para orientarle segun se espresa en la (fig. 80 lám. 10), cuyas alas eran como representan las (figs. 81 y 84 de la misma lámina): siendo el ángulo que forma el eje del volante con la horizontal como de unos 13 grados.

Todos los vistos antes eran ó como el de la (fig. 78 lám. 7) en que gira todo el molino por medio de la palanca *P* que se maneja desde el terreno; ó como el que representan las (fig. 87 y 88) que la primera lo hace de frente y la otra de costado. El mecanismo para orientarle ó hacerle girar, se ve en planta y en alzado en la (fig. 88) y se efectúa por medio del torno *T*. Cuando solo gira la parte superior, puede conseguirse tambien desde el terreno como se ve (fig. 79 lám. 7) por medio de la palanca *P*. El modo de recibir la accion del viento en el molino de Ambéres me encantó de una manera tan estraordinaria, que juzgué no haber ya mas que desear sobre esta materia. Continué mi viage á Rotterdam, Haya, Leyden, Amsterdam, Gouda &c.; y á cada paso se hallaba sorprendida muy agradablemente mi alma con el espectáculo magestuoso que presentaba esta inmensidad de molinos aun dentro de las poblaciones, elevándose sobre las casas á la manera que lo hacen las torres en nuestras ciudades. Los aplican á todo género de industria, como las operaciones para mondar el arroz, fabricar el tabaco, aserrar madera ó marmol, fabricar toda clase de aceites, como el de colza, nabos, linaza, nuez &c., desecar los terrenos &c.

348 En Leyden tuve la satisfaccion de conferenciar con *Mr. Jacobo de Gelder*, célebre Profesor de Matemáticas y de Física, sucesor del inmortal *Muschembroeck*; y despues de haber tenido el gusto de manejar por mí mismo varias máquinas que había usado el

citado *Muschembroeck* y de haber imantado mi cortaplumas, en la misma piedra iman que dicho Sabio tenía, fué el objeto de mis conferencias el indagar lo relativo al mejor modo de aplicar la accion del viento para el efecto de elevar el agua ya para desecar los terrenos, ya para cualquier uso de la Industria; y me indicó todo lo mas esencial para que yo formase la idéa mas exacta posible sobre un asunto de tanta importancia.

Dicho Sabio me instruyó de que había una cuestion entre los mismos Holandeses, que no se había decidido con la exactitud que se requería, acerca de si las ruedas mas ventajosas de los *polders* eran las *verticales*, á que ellos llaman *Staande Scheprad*, ó las inclinadas que allí llaman *Hellend Scheprad.*

Las verticales se hallan representadas por la (fig. 89 lám. 8); y las inclinadas, que lo están por la (fig. 90 lám. 8), se han inventado en el siglo pasado, y todos han tratado de mejorarlas por creerlas mas ventajosas que la vertical; pero *Mr. Gelder* opinaba que la vertical siendo mas sencilla, era susceptible de mejoras. Segun las primeras pruebas que se publicaron en 1779, la relacion del efecto de la vertical al de la inclinada era la de 8 á 9 en números redondos; pero el redactor parece que se hallaba prevenido en favor de la nueva invencion; las pruebas que se han hecho hace 5 ó 6 años con otros molinos, en que la rueda vertical había estado mejor cuidada, parecen haber indicado lo contrario. Se han hecho estas pruebas por el Inspector *Arij Blanken*, en unos molinos que se hallan cerca de Gouda en el parage llamado *Kortenoord* cerca de *Drogmakerij* en las inmediaciones del pueblo *Moordrecht.* La cantidad de agua que se elevó en un minuto por la rueda vertical, segun los esperimentos de 1779 fué de 461 toneles de agua (el tonel contiene 6 pies cúbicos del pie del Rhin); y la inclinada dió en un minuto 575 toneles. Segun los últimos esperimentos, la vertical ha dado 429 toneles, y la inclinada 393. El agua se eleva hasta un poco ménos del radio de la rueda; y como estas tienen de 5 á 10 pies de radio, resulta que con su ausilio se pueden elevar de 4 á 8 pies; pero lo mas comun es elevarla á unos 5 pies; para lo cual tienen las ruedas de 6½ á 7 pies de radio.

349 Cuando se necesita elevar el agua á 15 pies de altura, se ponen tres órdenes de molinos, que se colocan el uno 5 pies mas alto que el parage donde está el agua; otro se pone 5 pies sobre el depósito á que la eleva el primero; y el tercero á otros 5 pies mas alto que el depósito á que la eleva el segundo; y así se podría continuar in-

definidamente como se ve en las (figs. 91 y 92 lám. 9). Tres ruedas pueden tambien disponerse de modo que se muevan por un solo molino de viento. Delante de la rueda hay una pequeña puerta de esclusa que se abre de adentro á fuera por el agua que eleva la rueda, y que se cierra tan luego como cesa el movimiento. Por consiguiente, si el eje de esta no se hallase mas alto que el nivel del depósito, pasaría el agua al contrario. Las paletas (que en holandés se llaman *Schoapen* en plural) de la rueda vertical están inclinadas con el radio un ángulo de unos 5 grados. Me dijo *Mr. Gelder* que en esto habia variedad. Yo le propuse que sería mejor poner unos rebordes como los de *Morosi*; y ademas que deberían hacerse las paletas algo convexas, lo cual mereció su aprobacion; y convinimos en que sobre este punto era necesario atenerse á la esperiencia: habiendo espresado, en comprobacion de mi idéa, que cuando el movimiento era muy acelerado, el agua continuaba sobre la paleta y volvía al depósito; lo que no sucedería ó disminuiría, si las paletas tuviesen la convexidad que le indiqué.

350 En Amsterdam el 28 de abril de 1829 examiné detenidamente varios molinos, destinados á diferentes industrias; y observé en los de elevar el agua, que cuando el molino estaba parado, retrocedía al depósito alguna cantidad de agua por las junturas de la portezuela; por lo que me parece sería muy conveniente hacer una segunda compuerta ademas de la portezuela. Los molinos de Holanda están muy altos, y de este modo se pilla el aire en medio de la ciudad estando las alas mas elevadas que las casas. Por lo general, en el piso bajo hay dos edificios que componen un rectángulo prolongado, principalmente si es para serrar, y sobre los tejados de ambos, está el corredor de madera por donde se varía el movimiento de la máquina segun cambia el viento. Esto se hace por medio de un torno. El hombre suele poner los pies dentro de los radios de la rueda del torno, ó se apoya en los bolillos. Para que la cuerda que se arrolla en el cilindro del torno se fije convenientemente, hay un gancho á la punta, el cual se hace apoyar en algunos de los maderos del corredor por las junturas de las tablas, ó se afirma en anillos que hay en el mismo corredor.

351 El miércoles 30 de abril de 1829 ví los famosos molinos para elevar el agua y desecar los terrenos que hay cerca de Gouda, y que fueron, segun me indicó *Mr. Gelder*, los que han servido para las últimas pruebas ó esperimentos. Estaban muy bien construidos. El *Freno*, que tienen para pararlos cuando se quiere, consistía en una pie-

za circular de madera, cuya superficie interior era escabrosa, la cual se aplicaba á la rueda y la comprimía de un modo sumamente fuerte; pues haciendo un gran viento, lo detuvo al instante. Con este motivo, examiné los dientes de la rueda que está fija al árbol y son mas largos por la parte interior en que engrana en un erizon cónico, cuyos dientes vienen á tener la figura de un romboide. Dichos molinos tienen diferentes pisos; la vela se fija por medio de cuerdas á los diferentes resaltos de las varillas horizontales El ángulo, que formaba el eje de las alas con el horizonte, era de unos 13 á 15 grados. La longitud de las alas ó aspas sería como de unos 50 pies españoles, y el ancho de 6 á 7. La compuerta consta solo de una pieza, á manera de puerta, y no de dos como la de *Mr. Ardouin* de que hablarémos despues. Las ruedas son tres, y todas reciben el movimiento del volante ó alas del molino por medio de los correspondientes engranages. El radio de las ruedas es de unos 10 pies; y cada una eleva el agua unos 8 pies; y como están los ejes de las ruedas los unos mas altos que los otros, elevan el agua entre las tres ruedas á unos 24 pies, teniendo cada rueda estanque diferente. Cuando se pusieron á obrar las tres ruedas no tenían suficiente velocidad, y no abrían las puertas; por lo que se necesita una velocidad determinada.

352 En el otro molino, que vi, no había mas de una rueda. Toda la fábrica de dichos molinos era de ladrillo con barras de fierro. La rueda inclinada, que levantaba el agua, formaba con el horizonte un ángulo como de unos 45 grados. Pude inferir, aunque con mucho trabajo, de lo que dijeron los molineros, ser preferible la rueda vertical. Sin embargo, la inclinada es ingeniosa y mas limpia; causa ménos ruido, y no salta el agua. La compuerta de la inclinada se compone de dos semipuertas que tienen unos pedazos de madera, para que no se pueda abrir enteramente, y se cierre por sí cuando cese el movimiento de la rueda. Quedé muy prendado del modo magestuoso con que dicha rueda inclinada levanta el agua; y como no hay choques, ni el líquido chisporrotéa, parece que no hay pérdida de fuerza motriz, por lo que convendría se hiciesen esperimentos.

Estas ruedas pueden ponerse en movimiento por cualquier otro motor. Así es, que poco ántes de salir yo de París plantificaron una, movida por una bomba de vapor, en *Saint-Ouen* como á legua y media de la espresada capital, con el objeto de levantar las aguas del Sena para llenar un gran depósito á que los Franceses llaman *gare ó puerto*, para que entrasen en él á descargar los barcos, y sur-

tir á la parte noroeste de París, sin necesidad de dar un gran rodéo para descargarlos dentro de la misma poblacion.

El émbolo de la bomba de vapor da 19 golpes por minuto. La rueda hidráulica da tres vueltas en el mismo tiempo, y eleva un metro cúbico de agua (46,23 pies cúbicos esp.) por segundo; la rueda tiene de diámetro 10,6 metros (38,04 pies esp.), y 1,2 metros (4,31 pies esp.) de ancho; la longitud de las paletas es 1,8 metros (4,46 pies esp.) y tiene 36 paletas. Desde las aguas mas bajas del Sena al nivel del agua en el depósito hay 3,8 metros (13,64 pies esp.); el ángulo que forma la paleta con el radio es de 16½ grados.

SECCION SEGUNDA.

De la accion mecánica del viento, y medios de aplicar esta fuerza para satisfacer las necesidades de la Industria y Agricultura.

353 Al examinar en la primera parte de nuestra Mecánica industrial (pág. 251 II C) las circunstancias que presenta el viento como motor, hemos designado entre los objetos á que se puede aplicar sin inconveniente, "*los molinos de sacar agua ya para regar, ya para desecar;*" y hemos puesto allí un resúmen de lo que se sabe en el dia acerca del modo de aprovechar esta fuerza. Ahora nos dirigimos á completar aquellas nociones, y á presentar los mecanismos mas adecuados para aprovechar la accion del viento como fuerza motriz; y despues en la seccion siguiente nos contraerémos á las aplicaciones para elevar el agua.

354 En la Anemología (pág. 350 II C) hemos indicado el orígen de los vientos, y las principales cosas que hay que considerar en ellos. Ahora debemos añadir, que la conformacion de la superficie de los diversos paises influye poderosamente en la direccion de los vientos; las cadenas de montañas, los bosques, el curso de los rios, las colinas mismas que cortan un pais en diferentes puntos, rompen las corrientes atmosféricas, las separan de la direccion que toman en las circunstancias que las han producido, y las envían en todas direcciones, tan variables como los accidentes y obstáculos que encuentran en su tránsito. Sin embargo, en este estado de variacion, es cuando la industria debe en general aprovecharse del viento para hacerle servir de motor; es necesario que la misma industria haga caminar de comun acuerdo sus disposiciones mecánicas, con estas numerosas mudanzas, no solamente de direccion, sinó aun de potencia motriz; porque las causas que destruyen el equilibrio de las co-

lumnas atmosféricas, y las ponen en movimiento, siendo variables ellas mismas, es evidente que los efectos, es decir, la velocidad del movimiento de traslacion del aire, de donde depende la fuerza motriz de los vientos, lo sea tambien.

Los parages en que este motor se presenta con la mayor ventaja, son los llanos, y los puntos culminantes de un pais; en cuyos parages, los vientos siguen su movimiento natural, sin encontrar obstáculos que los rompan ó separen de su direccion. Algunas veces reinan en posiciones particulares, á la entrada ó salida de las gargantas de las montañas; donde la disposicion de los lugares puede ser tal, que haga dirigir el viento de muchos puntos del horizonte hácia otro que es necesario elegir, para plantificar allí el servicio de este motor. La direccion mas constante ó ménos variable que se ha observado en el viento, es la de una recta que forme con la horizontal un ángulo entre 8° y 15°, verificándose este movimiento de arriba abajo. En Holanda dicho ángulo es de unos 13°.

355 Los hombres que han profundizado mas esta materia, ya con esperimentos directos, ya por medio de observaciones sobre el uso ordinario de la fuerza motriz del viento, parece que están conformes en decir, que no se debe esperar poder introducir en ella innovaciones ventajosas de alguna importancia; y *Mr. Christian* juzga mas útil el procurar la mejora de los detalles de construccion y del modo de aplicacion generalmente adoptado, que emprender mudar su sistema y sus formas principales.

Para profundizar, en cuanto nos sea posible, lo que se conoce de este motor, se debe examinar: 1.° su accion sobre una superficie en reposo, que le esté directamente opuesta, y la medida de esta accion; 2.° la manera mas ventajosa de recibirla, y de trasmitirla al trabajo, así como los efectos mecánicos que de ella se obtienen. Los resultados del primer punto los tenemos puestos (pág. 251 II C); y así pasarémos al segundo; lo que harémos insertando lo que pone *Mr. Christian* sobre esta materia, pág. 28 y siguientes del tomo 2.° de su *Mecánica industrial.*

356 "Para obtener del viento (dice el referido Autor) una potencia motriz, capaz de producir un trabajo industrial de alguna consideracion, es necesario presentar á su accion grandes superficies; tambien es necesario que estas se hallen dispuestas de tal modo que tomen el viento de cualquier parage que venga, y que puedan rehusarse á recibir su accion, en gran parte, cuando se desenvuelve con violencia.

» Para apoderarse de la accion del viento, por medio de una gran

superficie, que se le oponga, es necesario evidentemente que esté unida de un modo cualquiera á un punto fijo, en el cual ó al rededor del cual ella puede oscilar ó girar; sin cuya circunstancia, la espresada superficie sería conducida indefinidamente, como un buque que navega á toda vela. Pero una sola superficie, una vela tendida, por ejemplo, al cabo de una pieza de madera, oscilando sobre un punto fijo, puede trastornarse por la accion del viento, y comunicar de esta manera un movimiento instantáneo á dicha pieza de madera. Para hacer durar ó mas bien para renovar este movimiento, sería necesario hacer volver dicha pieza con la vela por medio de un contrapeso, á su primitiva posicion, con el fin de volverla á poner en actitud de recibir el viento, y reproducir el mismo efecto. De este modo se obtendría un movimiento oscilatorio, de que se puede sacar partido. Pero este medio de aplicacion parece presentar únicamente algunas ventajas precarias, é ignoramos si se halla usado en parte alguna.

»Parece, pues, que para hacer servir el viento como potencia mecánica sin ausilio de otra fuerza estraña, es necesario disponer muchas superficies, de tal modo que conducida la una, esponga otra al viento, y que de esta manera se presenten todas sucesivamente á su accion; ó el que por la situacion particular de cada una con relacion á él, cooperen todas juntas á moverse al rededor de un punto fijo cuando reciben el impulso del viento.

357 »Supongamos ya que se dispongan en la circunferencia de una rueda vertical ú horizontal cierto número de velas cuadradas, tendidas en un bastidor ó marco ligero, del mismo modo que se colocan las paletas de una rueda hidráulica. Espóngase á la accion del viento esta especie de rueda de velas; es evidente que mientras toda ella permanezca espuesta al viento, no girará, y por lo mismo no habrá motor. He aquí la razon. El viento, abrazando en su accion toda la rueda, obra en las velas superiores para hacerla girar en un sentido, y en las inferiores para hacerla girar en sentido contrario, si es vertical; y si es horizontal, obra al mismo tiempo en las velas de la derecha y en las de la izquierda, y propende aun á hacer girar la rueda en un sentido por las unas, y en sentido contrario por las otras. Pero como todas las velas son de igual superficie, y se presentan al viento de igual modo, el impulso que recibe una de ellas, se equilibra con el que choca á la opuesta, y no resulta movimiento.

»Pudiera echarse mano de dos medios para hacer girar esta rueda; el primero consistiría en encerrar parte de ella, para no dejar á

des abierto, y en oposicion al viento, sinó las velas de un lado únicamente; entónces girará la rueda, porque el viento no podrá obrar ya sinó por este lado; el segundo sería el de ajustar las velas de modo que se pudiesen desplegar: presentándose al viento por un lado y se replegasen nuevamente moviéndose del otro contra el viento. En virtud de estos principios, están construidos los molinos de viento llamados *horizontales*.

358 »Supongamos ahora que en vez de la rueda anterior, se pongan en forma de cruz dos grandes maderos que representen cuatro brazos, en cada uno de los cuales se coloquen en el mismo plano cuatro velas rectangulares; fíjese esta cruz por su centro á un eje que le sea perpendicular; y espónganse verticalmente estas cuatro alas á la accion del viento, estando colocado el eje horizontalmente en mesetas que puedan sostener el todo. Las cuatro velas juntas recibirán en el mismo instante la accion del viento; y como se hallan directa y perpendicularmente á su direccion, estas velas no se moverán al rededor de su eje comun horizontal; y el viento no producirá otro efecto que el de propender á trastornar las velas, y el aparato que las sostiene.

»Si se quiere comunicar un movimiento de rotacion vertical á estas velas, se deben inclinar todas en el mismo sentido en cada uno de los brazos que las sostienen; concebir que entónces el viento que las viene á chocar lateralmente, y á todas cuatro á la vez por el mismo lado, las hace ceder á su accion en el mismo sentido, y se asegura y conserva el movimiento de rotacion. La construccion de los molinos de viento, cuyas alas giran en el plano vertical, está fundada en estas disposiciones. Principiarémos por estos, y nos detendrémos mas en ellos, no solo por ser los mas usados, sinó aun por ser preferibles generalmente á los que giran en el plano horizontal.

359 »*De los molinos de alas verticales*. Los molinos de viento que giran en el plano vertical, que se llaman tambien *molinos de alas verticales*, presentan á nuestro exámen las cuestiones siguientes:

1.ª »En este modo de recibir el impulso del viento, las alas ¿han de estar *rigorosamente* en el plano vertical, ó ser perpendiculares al horizonte? 2.ª ¿Cuál debe ser la inclinacion de las alas, y cuál es la forma mas ventajosa que se les puede dar? 3.ª ¿En qué relacion debe estar la velocidad de las alas con la del viento para lograr el *máximo* efecto, y cuál es la carga que corresponde á dicho *máximo*? 4.ª ¿Cuál es el valor del efecto mecánico producido, con alas de dimensiones dadas, y una velocidad de viento tambien dada? 5.ª Por

último ¿cuál será la influencia del aumento ya de velocidad en el viento, ya de la superficie de las alas en longitud ó en ancho, ó en ámbas dimensiones á un tiempo, en la cantidad de efecto mecánico ó de trabajo producido?"

360 Acerca de la 1.ª debemos observar, que "no soplando siempre el aire de un mismo lado, es indispensable construir los molinos verticales, de modo que puedan exponer sus alas á la accion del viento, cualquiera que sea la direccion de este; lo que se llama *orientar* los molinos.

»Despues de haber elegido esta especie de molinos, hay que tomar otra disposicion; no parece que el viento siga una direccion paralela al horizonte; al ménos, está generalmente admitido, que las alas colocadas verticalmente no reciben el viento con tanta ventaja como inclinando de 8 á 15 grados al horizonte el árbol que las lleva.

»Aun cuando la direccion del viento fuese paralela al horizonte, este ligero desvío del plano vertical en el movimiento de las alas podría tal vez ser ventajoso; la conformidad que sobre este punto reina entre todos los constructores induce á creerlo. En cuestiones tan complicadas como las que conciernen á los efectos del viento en las alas de los molinos, el uso tiene fuerza de ley, particularmente cuando estriba como este en una disposicion que no ha podido presentarse el espíritu primordialmente, y que sin duda se ha encontrado á fuerza de tantéos.

361 »Acerca de la 2.ª cuestion, debemos observar que, como ya hemos dicho, si la superficie de las alas se presentase perpendicularmente á la direccion del viento, no giraria el molino, y toda la fuerza del motor propendería únicamente á trastornarle. Luego las alas han de estar por precision inclinadas para recibir un impulso oblicuo que las haga girar en el mismo sentido; pero, mientras mayor sea la inclinacion, mas rehusa la superficie del ala el recibir la accion del viento; y mientras menor sea la inclinacion, y se aproxime mas al plano perpendicular á la direccion de este motor, mas poderoso es el impulso que recibe el ala en el sentido que propende á trastornar el molino; luego deducimos que hay cierto grado de inclinacion, que debe ser el mas conveniente de todos, para obtener el *máximo* efecto. Esta inclinacion se ha buscado por dos métodos diferentes, á saber, por el razonamiento, y por la experiencia *

* Nosotros habiamos principiado á tratar esta materia por cálculo; mas como esto nos separaba demasiado de nuestro objeto, reservamos este trabajo para ocasion mas oportuna.

Estas dos vías no han conducido á los mismos resultados; y vamos á ver que debía ser así, y que tanto aquí como en otra parte, debe uno atenerse á la experiencia.

362 » Veamos en el primer caso, como han considerado la cuestion, y discurrido sobre ella. Concibamos un eje *FG* (fig. 93 lám. 7) situado en la direccion del viento, y que le presente su extremo *G*; que en este punto, se hayan añadido en cruz, cuatro alas rectangulares, tales como la *ABCD*, y colocadas de modo que sus planos formen con el eje *FG* por un lado, el ángulo obtuso *BGF*, y por el otro el agudo *FGC*. Cuando el viento viene á dar en el ala *ABCD*, en la direccion *Pn*, oblicua á la superficie de esta ala, su accion se descompone evidentemente en dos partes, una perpendicular á la superficie del ala, y otra paralela á la misma superficie.

» Supongamos que *ln* sea la velocidad del viento, ó el espacio que corre en un segundo de tiempo; *lr* representará la velocidad paralela, por la que se considera no tener el viento accion alguna sobre el ala; y *nr* será la velocidad que le quedará al viento para chocar al ala, sin que por esto pueda ejercer sobre ella todo el esfuerzo que esta velocidad puede dar de sí.

» El ala *ABCD* se conserva en el sentido *nI*, y no puede ceder directa y totalmente á la fuerza representada por *nr*. Luego, parte de esta quedará destruida por dicha resistencia; y como el ala no puede moverse sinó en el sentido perpendicular al eje *FG*, hay que construir sobre *nr* como diagonal, para encontrar la potencia con que el viento propende á hacer girar el ala, un paralelógramo, cuyos lados se tomen en *ln*, y en una perpendicular *mr* á *ln*. Luego *mr* representará la velocidad con que el viento obra sobre el ala para hacerla girar; mientras que la potencia que representa *nm* propende á trastornar las alas, y se halla por consiguiente destruida por la estabilidad del molino.

» Pero la porcion *mr* de la fuerza del viento, que hace girar el ala, depende de la oblicuidad del impulso; y aumenta hasta cierto grado con esta oblicuidad. Por otra parte, el ancho de la columna de viento que puede tomarse en el ala, es tanto mayor cuanto mas oblicuamente se presente al choque la espresada ala; y desde este instante, la intensidad del choque depende tambien de la proyeccion *CH* del ala, sobre un plano perpendicular á la direccion del viento. De aquí resulta que el impulso será mayor, cuando *mr*. *CH* sea un *máximo*; y se encuentra por las reglas sabidas del cálculo que se obtiene este *máximo*, cuando el ángulo *lno*, que forma la direccion

del viento, y por consiguiente el ángulo *FGC* que forma el eje con el plano del ala, es de $54^{\circ}+\frac{3}{4}$. ó en número redondo de 55°.

363 »Conviene notar, ántes de pasar mas adelante, que puede espresarse de dos modos el ángulo de inclinacion que se da á las alas, ya con relacion al eje de su rotacion, ya respecto al plano de su movimiento; por lo demas, los dos ángulos así designados, son complemento el uno del otro. La inclinacion de 55° encontrada arriba, se toma, como se ha dicho, con relacion al eje de rotacion; ella sería de 35° si se midiese respecto al plano del movimiento. La práctica tiene adoptado este último modo, y lo emplearémos tambien nosotros de preferencia. Dar una inclinacion cualquiera á las alas, se llama *airear* el molino ó las alas.

»Pero volvamos á los resultados hallados por el cálculo, relativos al *aireado* del ala, cálculo que da 35° de inclinacion en el *máximo* efecto. Para llegar á un resultado, ha sido necesario 1.° suponer que el impulso era como el cuadrado del seno del ángulo de incidencia; 2.° que era como el cuadrado de la velocidad del viento; 3.° que el ala estaba en reposo.

364 »Pero hemos visto mas arriba que el primer supuesto no era admisible; los experimentos de *Bordá* han manifestado que el impulso no es como el cuadrado del seno del ángulo de incidencia. En cuanto al segundo, se halla confirmado por la experiencia; pero el tercero es puramente gratuito; no se ha hecho sinó para la comodidad del cálculo, y el valor del impulso sobre un ala en reposo nada puede dar á conocer respecto del *máximo efecto* que se trata de obtener; y lo que importa conocer es el grado de accion sobre una ala en movimiento; de donde resulta, que considerando el método anterior como simple procedimiento de investigacion, es imposible admitir como aplicables, los resultados que ha presentado; por lo demas, bien pronto los verémos impugnados por la experiencia.

»Para buscar por el razonamiento el valor del impulso del viento contra las alas que se mueven, hay que considerar que no siguen la direccion del viento, al moverse, sinó que giran en un plano perpendicular á esta direccion; de modo, que la velocidad que adquieren, no puede en caso alguno sustraerlas á la accion del viento; esta velocidad se acelera mas y mas, hasta que la suma de las resistencias limita este incremento, y causa el movimiento uniforme.

»Es necesario considerar que las diferentes porciones de cada ala, desde el centro del movimiento hasta sus extremos, giran con velocidades muy diferentes, y que las porciones inferiores deben recibir el

choque del viento, que lleva mayor velocidad que la suya; mientras que las porciones que se hallan en los extremos, chocan por sí mismas contra el viento que no tiene tanta velocidad como ellas.

365 »En esta situacion, se concibe ya fácilmente, cuan largos y difíciles deberían ser los cálculos por cuyo medio se intentase apreciar todos estos matices y otros varios que no pueden valuarse, ó que no se conocen. Muchos Geómetras de mérito lo han intentado, conservando siempre los dos primeros supuestos de que ya hemos hablado: han obtenido una teoría muy complicada; pero no parece fácil deducir de ella el mejor modo de *airear* el ala de un molino. En dicha teoría se ve que, suponiendo cada ala dividida trasversalmente en muchas partes, cada una de ellas debe tener una inclinacion particular, y en qué relaciones parecen deber variar las diversas inclinaciones parciales del ala; pero el ángulo de inclinacion, de que se ha de partir para arreglar los demas, queda indeterminado en la mencionada teoría.

366 »Únicamente la experiencia es la via que se nos presenta para llegar á resolver la cuestion que nos ocupa, sobre la inclinacion mas ventajosa y la mejor forma que deben tener las alas verticales de un molino.

»*Smeaton* ha hecho una serie de investigaciones esperimentales, acerca de los molinos verticales; nosotros nos fundamos con tanta mayor confianza en los resultados que ha dado sobre este particular, cuanto las observaciones de *Coulomb*, en grandes molinos de viento, nos parecen confirmarlas totalmente....... *Smeaton* concluyó por último de los diferentes esperimentos, hechos en grande, que se obtienen resnltados ventajosos en lo posible, inclinando los elementos de las alas segun los ángulos que vamos á espresar. El radio, en que está apoyada la vela, se divide en seis partes. El primer elemento partiendo del centro, está designado por 1 en la tabla siguiente; y el que corresponde al estremo del ala, está designado por 6.

Elementos.	Angulo formado con el eje.	Ángulo formado con el plano del movimiento.
1	72°	18°
2	71	19
medio del ala 3	72	18
4	74	16
5	77½	12½
estremo del ala 6	83	7

367 »En los molinos que *Coulomb* ha examinado en las cercanías de *Lila*, y que considera como los mas próximos á la perfeccion *, la disposicion de las alas es tal, que del lado chocado por el viento forman un ángulo sensiblemente cóncavo al principio del ala, y que disminuyendo sin cesar, se desvanece al estremo del ala, juzga que la inclinacion de los elementos trasversales al eje de rotacion, forma al principio del ala, un ángulo de 60°, y que al estremo, este ángulo sería de 78° á 84°, ó tomando la inclinacion respectivamente al plano del movimiento, el ángulo del primer elemento partiendo del centro sería de 30°, y el que corresponde al extremo del ala, estaría comprendido en los límites de 12° á 6°.

368 »Se ve pues, que las indicaciones de *Smeaton* van acordes con las observaciones de *Coulomb* respecto á la forma del ala; y en cuanto á la diferencia de 11 á 12 grados, que dan para la primera porcion, notarémos que todos los constructores varían casi en este punto, y parece que puede tomarse un ángulo de inclinacion cualquiera, entre los 18° indicados por *Smeaton* y los 30° observados por *Coulomb*, sin perjudicar sensiblemente el efecto del molino.

369 »Despues de haber determinado el mejor modo de *airear* las alas, investigó *Smeaton* la ventaja que podría resultar de un aumento de superficie, á igualdad de longitud en las alas.....Dedujo, que un ala mas ancha, debe estar inclinada bajo mayor ángulo. Estos mismos esperimentos le hicieron notar igualmente que un ala mas ancha en su estremo que junto al centro, es mas favorable al efecto que un ala en forma de rectángulo prolongado, y añade que la disposicion y figura de las alas ensanchadas, que le han parecido surtir mejor efecto en grande, son como se ve (fig. 77 lám. 7). El barrote *aa* del extremo del ala es igual al tercio del radio ó de la espiga ó vareta *bb*; este barrote se halla dividido por la espiga en la relacion de 3 á 5; la vela triangular está cubierta de tablas *cc* desde su extremo inferior hasta el tercio de su longitud; el resto se halla cubierto de tela, segun costumbre; los ángulos de *aireado*, indicados mas arriba, parecen tambien convenir mejor á las alas ensanchadas. Sin embargo, la práctica hace ver que es mas ventajoso por lo general, disminuir el aire que aumentarlo.

370 »Muchas personas han creido, que mientras mas superficie presentaban las alas, mas ventaja daba de sí la máquina; como

* *Coulomb* juzgaba muy bien; y si hubiera visto los existentes en el dia en Roterdam, Amsterdan &c. &c., acaso coincidiríamos en la idéa, de que si no han llegado ya al mas alto grado de perfeccion, les falta muy poco.

consecuencia de esto, han propuesto cubrir de velas toda la superficie comprendida entre los radios de las alas, de modo que haciendo de cada una de ellas un sector de *elipse*, segun la proposicion de *Parent*, el cilindro del viento, que obra en las alas, quedase totalmente interceptado, y viniese de este modo á ser capaz de producir el mayor efecto posible.

371 »*Smeaton* ha buscado por medio de la experiencia, hasta qué punto puede aumentarse el efecto, en virtud del incremento de superficie en las alas, sin fijarse, á pesar de esto, en dar á dichas nuevas alas una superficie plana, y un ángulo de inclinacion de 35 grados, del mismo modo que lo proponía *Parent*, en atencion á que estaba reconocido, que dicha inclinacion no podía tener influencia alguna para hacer que el efecto fuese el mayor posible; dió al extremo del ala 12° de inclinacion, y 22° al elemento mas inclinado.

372 »Sus esperimentos le han probado que, pasando de cierto límite, cuanto mayor sea la superficie del ala, menor es el efecto de la máquina, proporcionalmente á dicha superficie; y que en el caso de que el cilindro de viento se halle totalmente interceptado por las alas, no produce el mayor efecto, por carecer de salidas convenientes para escaparse, despues de haber ejercido su accion.

»El no dar á las alas demasiado ancho, no se hace solamente con el objeto de proporcionar al viento el medio de escaparse despues de haber ejercido su impulso, sinó tambien con el de ponerse á cubierto de los accidentes que pudiera ocasionar la fuerza del viento en alas que, dejando entre sí un espacio muy poco considerable, difícilmente podrían resistir su violencia.

»En cuanto á lo demas, lo que mejor puede hacerse, es, respectivamente al ancho, el conformarse con los usos generalmente recibidos; y en cuanto á la posicion y forma de las alas, á lo dicho mas arriba, lo cual, por otra parte, es la descripcion exacta de lo que practican los mejores constructores de molinos de viento."

373 Acerca de la cuestion 3.ª (§ 359), deduce que "la velocidad de los extremos de las alas verticales de los molinos, aun cuando estén cargadas al *máximo*, es mucho mayor que la velocidad del motor........... Pero, dada la velocidad del viento, ¿cual es la velocidad del extremo del ala no cargada, y cargada al *máximo* efecto? Las investigaciones de *Smeaton* y de *Coulomb* concuerdan en contestar á esta cuestion. La forma de las alas en su extremo influye en el valor de esta relacion; varía segun la costumbre recibida, y aun tal vez

segun el capricho de los constructores: 1.° ó estos extremos son paralelos al plano de rotacion, es decir, ó están colocados en ángulo recto en la direccion del viento y del eje; 2.° ó están inclinados como unos 7 grados; 3.° últimamente, ó están ensanchados, como hemos dicho anteriormente.

»En el 1.er caso, los extremos de estas alas *no cargadas*, tienen una velocidad que es á la del viento como 4,2 : 1; y cuando están cargadas al *máximo*, su velocidad comparada con la del viento, se halla en la relacion de 3,3 á 1. En el 2.° caso, los extremos de estas alas *no cargadas*, tienen una velocidad, que es á la del viento como 4 á 1. Cuando están cargadas al *máximo*, su velocidad comparada con la del viento, se halla en la relacion de 2,7 á 1. En el 3.er caso, la velocidad de los extremos sin carga, es á la del viento como 4 á 1; y con carga al *máximo*, como 2,6 á 1.

»De estos datos experimentales pueden sacarse dos consecuencias útiles en la práctica. La 1.ª servirá para determinar la velocidad del viento, por la medida, siempre fácil de obtener, de la velocidad de las alas no cargadas en sus extremos; bien sabido es que para obtener esta última velocidad, basta conocer la longitud de las alas, y el número de vueltas que dan en un tiempo dado v. g. en un minuto, cuando el molino da vueltas vacío, ó sin carga; y se tendrá la velocidad del viento, dividiendo la velocidad encontrada por 4,2, si el extremo del ala es paralelo al plano de rotacion; y por 4, si le está inclinada como unos 7 grados, ó si está ensanchada.

»La 2.ª servirá para dar á conocer si un molino en actividad, se halla ó no cargado al *máximo*; para esto, se medirá la velocidad del viento; y si las alas de la primera especie tienen una velocidad 3,3 mayor, las de la segunda especie 2,7 y las de la tercera 2,6 mayores que la del viento, la carga del molino es próximamente la que produce el *máximo* efecto.

374 »*Smeaton* ha consultado á la esperiencia para encontrar la relacion en que se halla la velocidad de las alas sin carga, con la de las alas cargadas al *máximo* efecto; ha reconocido por medio de muchas observaciones, hechas con alas de diferentes construcciones, que esta relacion es, por lo general, la de 3 : 2 próximamente; así, dando las alas sin carga 6 vueltas en cada minuto, estarán cargadas del peso correspondiente al *máximo* efecto, cuando dén 4 vueltas con la misma velocidad de viento.

375 »Ademas, ha echado de ver, y lo confirman las observaciones de *Coulomb*, que la velocidad de las alas, semejantes en forma é

inclinacion, sin carga ó cargadas al *máximo* efecto, es proporcional á la velocidad del viento, es decir, que con una velocidad de veinto doble ó triple, las alas adquieren tambien doble ó triple velocidad.

376 »En cuanto al peso correspondiente al *máximo* efecto, que pueden elevar alas de forma é inclinacion dada, resulta de muchos experimentos del Autor, que este peso es como en $\frac{1}{20}$ proporcional al cuadrado de la velocidad del viento: por lo mismo, cuando este obra en un molino con una velocidad doble, el peso ó la carga correspondiente al *máximo* efecto deben ser cuádruplos."

377 Respecto á la cuestion 4.ª (§ 359), dice *Mr. Christian*: «Hemos visto anteriormente: 1.º en qué relacion se hallaba la velocidad de las tres mejores especies de alas con la del viento, sin carga ó cargadas al *máximo*: 2.º cual debe ser la velocidad que deben tener las alas cargadas comparativamente á su velocidad sin carga, para que el peso sea un *máximo*; 3.º en qué relacion debe crecer el peso, para llegar á ser un *máximo*, cuando el viento obra con mas velocidad. Ahora tratamos de valuar el efecto mecánico producido, ó, en otros términos, el trabajo que puede hacer un molino con alas y una velocidad de viento dadas.

»Los dos Autores ya citados, han obtenido los resultados siguientes. El radio de las alas del pequeño molino que empleó *Smeaton* tenía 533,394 milím. (275,76 lín. esp.); la longitud de la vela, que cubría el radio era de 457,194 milím. (236,37 lín. esp.); y su ancho de 142,238 milím. (73,54 lín. esp.); el ángulo en el extremo del ala era de 7½ grados; 20 vueltas de las alas hacían subir el peso á 287 milím. (148,379 lín. esp.). Se observó en el modelo empleado en el experimento, que con una velocidad de viento, como de 2^m,667 (9,6 pies esp.) las alas daban 130 vueltas en un minuto con una carga de 7,948 quilógramas (17,27 libras esp.): pero, puesto que en 20 vueltas subía el peso á 287 milím. (148,379 lín. esp.) lo fué igualmente el peso de 7,948 quíl. (17,27 lib. esp.) en 130 vueltas á 1865 milím. (964,205 lín. esp.) próximamente en un minuto; luego, el efecto mecánico producido era equivalente á 14,823 quilógr. á 1 metro de altura," ó lo que es lo mismo, á 116 libras españolas á 1 pie español de altura en un minuto.

378 «El radio de los grandes molinos observados por *Coulomb* en Flandes, era de 12,344 metr. de longitud, ó de 44,302 pies esp. y el ancho del ala era como de 1,95 (6,999 pies esp.)

»Al examinar el efecto de estos molinos, dice *Coulomb*, la primera

observacion interesante que se ha presentado es, que con un viento medio, que puede valuarse en 5,85 metros á 6,5 metros (20,995 á 23,328 pies esp.) por segundo, mas de 50 molinos colocados á un cuarto de legua de Lila, en la misma situacion, producían poco mas ó ménos la misma cantidad de efecto, aunque hubiese muchas diferencias de corta entidad en la construccion de estos molinos, ya relativamente á la inclinacion del eje de rotacion, ya respecto á la disposicion de las alas.........

» He aquí, continúa *Coulomb*, los esperimentos en virtud de los cuales hemos conceptuado poder valuar el efecto de nuestros molinos en un año medio...... se puede suponer que estos molinos trabajan todo el año ocho horas al dia, elevando un peso de 34728 quilógramas á un metro de altura (295115 libras españolas á un pie español) en un minuto.

» Estos números representan el efecto útil de la potencia del viento. *Coulomb* valúa en $\frac{1}{6}$ las resistencias debidas á los rozamientos y á los choques de las piezas de la máquina; luego la fuerza del viento es realmente $\frac{1}{6}$ mayor, considerándola en sí misma.........." Deduce tambien que "el cilindro de viento, cuya base corresponde al círculo descrito por las alas de un molino, no obra todo él; parte se escapa por el intérvalo de las alas, sin ejercer impulso alguno; ó al ménos si obra no puede ser sinó débilmente, y cuando es muy grande la velocidad de las alas."

379 En cuanto á la cuestion 5.ª (§ 359), dice *Mr. Christian*: "Partamos primeramente de un punto fijo, de un dato esperimental positivo, y acordémonos de lo dicho en la cuestion anterior, á saber: que teniendo el viento una velocidad de 2^m,667 (9,57 pies esp.) en cada segundo, ha obtenido *Smeaton* un efecto mecánico equivalente á 14,823 quilógramas elevadas á un metro de altura en un minuto (116 libr. esp. á un pie esp.) con un molino, cuya ala tenía un radio de 533,394 milim. (275,76 líneas esp.), la longitud de la vela de 457,194 milim. (236,37 líneas esp.), y su ancho de 142,238 milim. (73,54 líneas esp.) en el caso del *máximo* efecto."

380 Con el objeto de completar estas investigaciones, pondrémos aquí las dimensiones de los molinos de viento, en diferentes paises, que hemos podido recolectar.

381 *Dimensiones en las alas de los volantes de los molinos de viento de París, y de sus efectos.*

Longitud de cada ala 39,5 pies españoles. Ancho de cada ala 7,2 pies españoles.

Superficie total 1133,5 pies cuadrados españoles. Un molino muele y prepara cada dia 11 fanegas españolas de trigo.

El efecto dinámico del viento en un dia es equivalente á elevar 143672 pies cúbicos españoles de agua á *un* pie español de altura.

382 *Dimensiones, disposicion y efectos de las alas en los molinos de Alemania, en los cuales se observa que el efecto es proporcional al cuadrado de las velocidades.* Longitud de las alas 48 pies españoles. Ancho de las alas 6,2 pies españoles. Inclinacion media de las alas 73 grados. Velocidad del viento en cada segundo 33,6 pies españoles.

Efecto dinámico equivalente á 9404 pies cúbicos españoles de agua elevados á un pie español de altura.

383 *Dimensiones, disposicion y efectos de las alas de los molinos de Flandes segun Coulomb.*

Longitud de las alas 88,6 pies españoles.

Ancho 5,829 pies españoles ocupados por una tela; 1,166 pies españoles cubierto por una tabla muy ligera, que forma un ángulo reentrante con la tela, el cual va disminuyendo hasta el estremo del ala donde se reduce á cero.

Superficie de las velas. Curva y compuesta de rectas perpendiculares al brazo del ala, á 7 pies españoles del árbol; prolongadas estas rectas formarían con el árbol un ángulo de 60 grados y en el estremo uno de 78 á 84 grados.

Inclinacion del árbol al horizonte de 8 á 15 grados.

Efecto ó resultado por término medio en un año, 400 toneles de aceite, ú 85114 libras españolas de este líquido.

384 *Dimensiones, disposicion y efecto producido por los molinos de alas holandesas.*

Longitud de las alas 49 pies españoles.

Ancho de las alas 7,6 pies españoles.

Tabla ligera que acompaña á la vela 1,15 pies españoles.

Superficie total de las cuatro alas 1015 pies cuadrados españoles.

Inclinacion de las alas hácia el medio, relativamente á la direccion del viento 117 grados.

El efecto producido por los molinos á la holandesa, con un viento medio, es equivalente á elevar 1903 libras españolas á *un* pie español de altura en un segundo.

385 Aquí termina el objeto que nos propusimos en esta seccion. Y si se compara cuanto hemos dicho en el Lib. II acerca de los esfuerzos que han hecho los Matemáticos para profundizar lo relativo

al choque y resistencia de los fluidos; con lo espuesto en la seccion 2.ª, cap. 2.º, Lib. 5, y el contenido de esta seccion, no podrá ménos de aplaudirse la inmensa laboriosidad é infatigable constancia con que se ha procedido, haciendo uso de los recursos mas poderosos que nos ofrecen las Matemáticas, la Física, la observacion y la esperiencia para arrancar á la naturaleza un resultado que pueda conducir en la práctica á emplear la fuerza del viento con facilidad y exactitud para la consecucion de cualquier efecto industrial. Y á pesar de lo imperfecta que se halla esta doctrina, y de los errores é incertidumbres que se pueden cometer al establecer la teoría, y hacer las observaciones prácticas, *la última conclusion del párrafo anterior se debe considerar como el manantial mas fecundo para aprovechar la fuerza del viento, con tal sencillez, que parecerá increible al que no haga alguna aplicacion.* Estos resultados nos dicen que 1015 *pies cuadrados españoles de velámen en los molinos holandeses producen en un segundo de tiempo un efecto equivalente á elevar* 1903 *libras españolas á un pie español de altura.*

386 De aquí se deduce que *el efecto producido en un segundo por un pie cuadrado español de vela en las alas holandesas, es* $\frac{1903}{1015}=1,875$ *libras españolas elevadas á un pie*; ó 0,01875 *de quintal á un pie*; y como un pie cúbico español de agua pesa 47 libras, resulta que *un pie de superficie en las alas produce en un segundo de tiempo un efecto de elevar* 0,04 *de pie cúbico de agua á un pie de altura.* Por lo que *para elevar en un segundo á un pie de altura un quintal de peso, se necesitan emplear* 53,333 *pies cuadrados de vela*, que, para calcular siempre de modo que no falle por falta de potencia, supondrémos que sean 54 *pies cuadrados. Y para elevar un pie cúbico de agua á un pie de altura en un segundo se necesitará una superficie de vela de* 25 *pies cuadrados.* Ahora bien, puesto que en las tablas del (§ 381 Lib. 5) tenemos valuada en quintales españoles elevados á un pie español de altura, y en pies cúbicos de agua elevados á un pie de altura, la cantidad de accion que se necesita para cualquiera operacion industrial, se deduce esta importantísima regla práctica: *para encontrar los pies cuadrados que se necesitan dar á las velas de un molino de viento, construido á la holandesa, para efectuar cualquiera operacion industrial de las contenidas en las tablas del* (§ 381 Lib. 5), *no hay mas que multiplicar por* 54 *el número que corresponde á dicha operacion en la columna* 4.ª *ó por* 25 *el número de la columna* 5.ª;

y el resultado espresará en pies cuadrados españoles la superficie que han de tener cubiertas con lienzo las alas del molino.

387 A primera vista podrá parecer este resultado de poca importancia; porque, como este modo de considerar las cuestiones de industria es absolutamente nuevo, no se percibirán acaso desde luego las muchas ventajas que esto ha de producir; pues encierra la parte mas sublime de todos los conocimientos. En efecto, el contenido del Lib. 5 viene á reducirse á investigar los mecanismos que se deberán colocar entre una corriente de agua y un trabajo industrial, para que este se ejecute; y las tablas del (§ 381 Lib. 5), que son casi enteramente nuevas, fijan el número de pies cúbicos de agua, que bajando de un pie español de altura, se necesitan para efectuar una cantidad determinada de cada especie de trabajo industrial. Lo que acabamos de esponer en esta seccion se reduce á examinar los mecanismos que se deben colocar entre la masa de aire de la atmósfera y cualquier trabajo industrial, para que este se efectúe sin necesidad de ninguna otra potencia; y la regla práctica que acabamos de establecer nos enseña el modo de determinar los pies cuadrados que deben tener las velas de un molino de viento para efectuar una cantidad determinada de cada especie de trabajo industrial. Con el fin de que se perciba la utilidad de lo que acabamos de manifestar, resolverémos una cuestion de mucha importancia y trascendencia para Madrid, que al mismo tiempo podrá servir como ejemplo del modo de aplicar dicha regla práctica á un asunto industrial cualquiera; y en la seccion siguiente, manifestarémos el modo de hacer uso de la espresada regla práctica para la elevacion del agua por medio del viento, contrayéndonos á determinar los pies cuadrados españoles que se deberán dar á las velas de un molino de viento para mover cada una de las norias que hemos calculado en la seccion séptima del capítulo II de este mismo libro.

388 La cuestion interesantísima para Madrid se reduce á emplear la accion del viento para moler el trigo que se consume diariamente en esta Capital; de esto resultará que, con mas ventajas de los panaderos, podría disfrutar el vecindario de esta Corte el pan con un cuarto ménos en el precio por la parte mas corta. Y como el pan forma la parte principal del alimento en esta Villa, se percibe desde luego la utilidad de semejante investigacion, ademas de las ventajas que hemos indicado (220), y que aun esplanarémos en el Libro 8). La posicion de la parte alta de Madrid es la mas adecuada para colocar estos molinos de viento; y lo que nos proponemos

ahora es determinar el número de estos que bastaría para la molienda del trigo necesario á la manutencion de los habitantes de Madrid. Sobre este punto, lo que se debe saber ante todas cosas, es las fanegas de trigo que se consumen diariamente en esta Villa. Cuando me ocupé de la nivelacion del Jarama con motivo del proyecto de traer aguas á Madrid, adquirí noticias sobre el consumo diario de trigo en esta Capital; y segun recuerdo, en tiempo del Señor Don Carlos IV durante la permanencia de la Corte en esta Villa, ascendía el consumo diario de pan á unas 2500 fanegas de trigo; y que despues fué disminuyendo. En el dia parece que el consumo no pasa de 1500 fanegas; pero como la poblacion de Madrid se aumentará muy considerablemente desde que se principie á poner en ejecucion el contenido de esta obra, nosotros plantearémos el cálculo como si el consumo diario fuese de *dos mil* fanegas. Ahora bien, por el número 1.° de la tabla del (§ 381 Lib. 5), *para moler una fanega española de trigo en un molino de viento se necesita una cantidad de accion equivalente á elevar* 13050 *quintales españoles á un pie de altura.* Luego para moler, en las 24 horas que tiene el dia, las 2000 fanegas, se necesitará de una cantidad de accion equivalente á elevar 13050.2000=26100000 quintales á un pie de altura.

389 Y como 54 pies cuadrados de vela elevan en un segundo á un pie de altura un quintal, resulta que en los 3600 segundos que tiene la hora, elevarán 3600 quintales á un pie de altura; y aunque los resultados que hemos obtenido han sido para un viento regular, como término medio, teniendo en consideracion el viento fuerte, el flojo y la calma, sin embargo, nosotros supondrémos que trabaje solo 10 horas al dia, por los incidentes que puedan ocurrir, y marros que hay siempre al reducir las teorías á la práctica, mayormente en investigaciones que, como la presente, se hallan en la infancia; y tendrémos que 54 *pies cuadrados de vela producirán, en las* 10 *horas del dia que suponemos trabaja el molino, una cantidad de accion equivalente á elevar* 36000 *quintales á un pie español de altura*; y para encontrar los pies cuadrados de vela que se deberán emplear en moler diariamente las 2000 fanegas de trigo, formarémos esta regla de tres 36000:26100000::54: al cuarto término; que resulta ser 39150 pies cuadrados superficiales de velámen.

Suponiendo que cada molino tenga los 1015 pies cuadrados, como el espresado (384), resulta que, dividiendo los 39150 pies cuadrados de velámen, que se necesitan para moler en un dia las 2000

fanegas de trigo, por los 1015 pies que tiene uno de estos molinos, resulta 38,5 por cociente; y aun para que mas bien sobre potencia que falte, tomarémos 40. Luego estableciendo, como es muy fácil en las cercanías de Madrid 40 molinos como el de las circunstancias espresadas (384) en lugar de las 96 tahonas que hoy existen, hay suficiente para moler todo el trigo necesario á la manutencion del vecindario de esta Capital; y como el viento nada cuesta, se obtendría esto con unas ventajas de mucha consideracion, que repartidas entre los panaderos y los habitantes, podían todos recibir un considerable beneficio.

390 Terminarémos esta seccion, poniendo aquí la construccion de las alas holandesas. Con este motivo, debo decir que, encantado del buen efecto que producían dichas alas segun tengo ya indicado (347), traté en Amsterdam de que me hiciesen el modelo de una ala; pues á pesar de mis escasos recursos, no quería dejar de traer á mi Patria este manantial de riqueza. Pero al dar los primeros pasos, supe con mucha satisfaccion mia, que del mismo Amsterdam se había remitido á Madrid para el Real Conservatorio de Artes, un modelo de molino con las alas como yo deseaba; por cuyo motivo desistí de mi intento. Una de las primeras diligencias que practiqué al llegar á esta Capital, fué ver el espresado modelo; y en efecto se halla en dicho Conservatorio, y las alas están perfectamente arregladas á las que efectivamente se usan ahora en Holanda; por lo cual, encargué á *Don Juan Bautista Peironet*, jóven de grandes esperanzas, de quien tengo hablado (157), y que ha dibujado las láminas de esta obra desde la 5.ª inclusive del primer tomo, que estudiase el modelo, y tomase bien sus medidas para deducir una regla práctica que se pueda poner en ejecucion por nuestros constructores; á cuyo efecto le hice las correspondientes esplicaciones teniendo á la vista dicho modelo; y despues de haber hecho el competente estudio me ha presentado las (figs. 81, 82, 83, 84, 85 y 86 lám. 10); y entre ámbos hemos formado la siguiente esplicacion.

391 La superficie, que forma el ala, es de la figura que llaman los Matemáticos *gancha*, como si dijéramos *torcida*; su proyeccion sobre un plano perpendicular al eje de rotacion la representamos en la (fig. 81) que la suponemos vista de frente, siendo C el centro de rotacion. El árbol, en que entra el ala, es de base cuadrada con 3,6 pies españoles de lado. La distancia CB del centro de rotacion del ala, hasta el estremo de esta, es de 56,4 pies españoles. El árbol del ala se prolonga por el otro lado del centro hasta A, de manera

que la distancia *CA* es de 7,5 pies. Esta prolongacion sirve para ensamblarla con el ala opuesta; por manera, que la otra llega hasta *a* que está en la segunda costilla del ala *LHFYB*; de modo que todo el espacio comprendido entre el principio de las dos alas opuestas es de 15 pies, y se halla reforzado con los dos árboles de las alas que atraviesan el árbol principal ó de rotacion de la máquina, lo que le da una solidez cual se requiere para que no se tronchen.

Este árbol del ala desde el centro *C* hasta el punto *E* tiene 12,5 pies de distancia; en dicho punto *E* forma con el resto *EB* que tiene de línea 40,35 pies, un ángulo de 177° y 30′. Este árbol, que es de una sola pieza, tiene una figura de una construccion muy particular, y que se conoce ser el resultado de las mas serias investigaciones; y nos ha costado mucho el determinarla, para reducir su construccion á reglas claras, sencillas, y aun que se puedan reputar por exactas. Dada una seccion perpendicular al eje del ala por el punto *f* (figs. 81 y 84) se halla ser un paralelógramo romboide *fdeg* (fig. 85), cuyo lado *fg* es el representado por *fg* en la (fig. 81) y tiene 1,4 pies de largo, y *fd* representa la línea *fd* (fig. 84) y tiene 1,6 pies. El ángulo *gfd* es obtuso y de 92° y 15′, como tambien el opuesto *e*. Los otros ángulos á saber el *d* y el *g*, valen 87° y 45′.

Desde *f* hácia el estremo *A* seguiría la misma figura, si no fuese por la necesidad que hay de formar un ensamblado con la otra, segun manifiesta *mZ* (fig. 84). Por manera, que la otra ala tendría el ensamble por el frente, cuando esta lo tiene por el testero como representa la misma figura. Ajustada ó ensamblada esta ala, y su opuesta dentro de la escopleadura del árbol de la máquina, que siempre es algo mayor que el paralelógramo de la (fig. 85), se ajustan con cuñas de modo que queden bien seguras. El rebajo en *m* es de 0,3 de pie, y esta misma cantidad es el grueso en el estremo *Z*; y representamos con puntos en la (fig. 84) la parte del ala opuesta.

En el estremo *B*, la seccion es un paralelógramo representado por la (fig. 83); el lado *rs* de la misma figura representa el *rs* de la (fig. 81) y tiene un pie español cabal. El lado *sq* de la (fig. 83) representa el *sq* de la (fig. 84) que tiene 0,8 de longitud; de modo, que el lado mayor de este paralelógramo, en la parte estrema del ala, corresponde al menor en el parage *f*.

En los espacios intermedios, la seccion perpendicular al eje, es un exágono cuyos lados son paralelos de dos en dos, iguales los opuestos de dos en dos, pero desiguales los demas entre sí, y cuya

construccion hemos podido averiguar ser la siguiente. Divididos los cuatro lados del paralelógramo *gfde* (fig. 82) en cuatro partes iguales, se unirá el estremo *n* de la primera parte del *gf* con el punto *h* estremo de la primera parte de *fd*. En el lado opuesto *ed* se unirá el estremo *i* de la primera parte con el punto *l* estremo de la primera parte de *eg*; con lo cual queda formado el exágono *gnhdil*.

Despues continuan todos los lados disminuyendo gradualmente, hasta que en el estremo del ala desaparecen totalmente los pequeños, quedando reducida la seccion á la (fig. 83) ya citada. El número de costillas son 33, y están señaladas en la (fig. 81) con los números naturales 1, 2, 3, 4 &c. hasta el 33, y sus centros distan entre sí 1,5 pies. Estas costillas, cuyo corte ó secccion es un cuadrado que tiene de lado 0,2 de pie, están fijas al árbol por medio de unas escopleaduras que le atraviesan de parte á parte, y que se hallan por los costados como manifiesta la (fig. 84). Dichas costillas, ademas de la parte correspondiente á la vela, se prolongan por el grueso del árbol del ala, hasta abrazar la tabla *TD* (fig. 81). Las mismas costillas forman el armazon á que ha de aplicarse el lienzo ó vela; y todo el mecanismo estriba en la 3.ª y 33.ª; de estas la 3.ª forma por en frente con el plano lateral del árbol un ángulo de 165° y 36′; y la 33.ª otro de 164° y 37′; de modo que formando la costilla 33.ª menor ángulo que la 3ª., facilitará el que, como el estrémo del ala camina con mas velocidad que el viento, oponga ménos resistencia al aire ambiente que tiene que desalojar; la base de todas las costillas forma con la parte del costado del árbol mas próxima al centro de rotacion un ángulo de 85° y 30′; y por consiguiente con la parte del costado del árbol que hay desde la costilla al estremo del ala un ángulo de 94° y 30′ como suplemento del anterior. Todas las demas costillas son paralelas á esta direccion formando constantemente este mismo ángulo.

La costilla 33.ª desde el costado del árbol, sin incluir el grueso de este, ni la prolongacion de la costilla por el otro lado, es de 7,6 pies. La costilla 3.ª tiene 5,5; la 2.ª tiene 4,2; y la 1.ª tiene 1,5. A dichas distancias de las costillas 3.ª y 33.ª, hay una abrazadera *FY* de madera, que hemos podido averiguar despues de muchas investigaciones, que tiene la forma curva de un arco de círculo de 155,3 pies de radio y su cuerda es de 45 pies, siendo de 46,5 la parte que le corresponde en el eje. El trazado de esta curva se efectúa por medio de abscisas y ordenadas segun se manifiesta (56 II C.) y por los datos que espresa la (fig. 86) en esta forma:

tomada la distancia AB igual con 45 pies, divídase en dos partes iguales AP, PB, y por el punto P levántese la perpendicular PM igual con 1,9 pies, y esta será la mayor ordenada; verificado esto, divídase la AB en 20 partes iguales, de las que diez corresponderán á AP, y las otras diez á PB; y por los puntos P', P'', P''' &c., levántense las ordenadas $P'M'$, $P''M''$ &c. Hecho esto, pásese un lápiz ú otro cualquier instrumento aguzado por los estremos M, M', M'', M''' hasta llegar al punto final de la línea AB, en cuyo caso quedará trazada la curva AMB, que será un arco de círculo: advirtiendo que solo ponemos las dimensiones en un lado para evitar confusion en la figura en atencion á ser simétrica.

Desde la 1.ª costilla hasta la 6.ª inclusive, que se halla en el ángulo E, van paralelas al filo del árbol; desde este punto principian á aproximarse á dicho filo en un órden progresivo, hasta que en su final no queda de intermedio, entre la escopleadura y el filo ó canto del árbol, sinó la distancia necesaria para que resista sin romperse. Las costillas son rectas; y para sujetarlas, se hace uso de las abrazaderas LL, HH que están clavadas á las costillas. Por manera, que todas ellas forman un solo cuerpo, advirtiendo que la abrazadera FY que forma la curvatura, que da la ley, se halla por cima de las costillas; y las otras LL, HH están por debajo. De modo que, examinando atentamente cuanto llevamos dicho, se puede sacar esta regla práctica. *Hechas las escopleaduras por el órden referido, y fijas las costillas 3.ª y 33.ª con arreglo á los ángulos ya espresados, se tomará la distancia desde el estremo de la 3.ª costilla hasta el de la 33.ª; y esta será la cuerda del arco que ha de formar la abrazadera*; la que siendo en este caso de 45 pies, podrá verificarse el trazado del modo siguiente: *dividiendo dicha cuerda en 20 partes iguales, de las que corresponderán 2,25 á cada parte, resulta que levantando en su medio* P *ó á la décima parte, contando desde el estremo, una perpendicular de la magnitud* 1,9 *que es la* sagita, se tendrá el punto M; y para obtener los M', M'', &c. se levantarán perpendiculares por los puntos que *espresamos en la* (*fig.* 86) *y con las dimensiones que en ella se marcan. Hecha la abrazadera fundamental, denominada así por ser la que fija la figura de las alas, y embutidas las costillas en las escopleaduras, se clavan las costillas 3.ª y 33.ª en dicha abrazadera principal. Las otras costillas se clavan en la abrazadera principal donde caigan naturalmente, conservando siempre el paralelismo. Despues, para dar fuerza y resistencia al ala, se ponen las dos abrazade-*

deras LL, HH (fig. 81) *que se hallen la primera, esto es, la* HH *á distancia de* 2,4 *pies de la abrazadera fundamental por la parte de arriba y* 1,8 *por la parte de abajo; y que la* LL *esté á distancia de* 2,4 *de la* HH *por la parte de arriba, y de* 2 *pies por la parte de abajo. De este modo, cortando las costillas* 1.ª *y* 2.ª *casi á raiz del canto de las abrazaderas, resultan los estremos* L, H, F *de la* (fig. 81). Para labrar estas abrazaderas se hará lo siguiente. *Fijas las costillas á la abrazadera fundamental, quedará ya determinada la curvatura natural que han de conservar; por consiguiente, conviene labrar las abrazaderas* LL, HH *de modo que formen esta misma curvatura.* Para esto, *se hacen plantillas por los métodos conocidos en las artes de construccion, como cantería, albañilería, carpintería etc., y hechas estas abrazaderas con plantillas, se clavan á las costillas por la parte convexa del ala, como se ve en las* (figs. 81 y 84).

En los intermedios de las costillas *LL, HH*, y en el espacio comprendido por las costillas 30, 31 y 32 y en su medio, se halla colocada otra pequeña abrazadera *MM* segun marca la (fig. 81), sin duda con el objeto de proporcionar mayor resistencia.

Prolongadas estas costillas por el lado opuesto de que hasta aquí hemos tratado, y de modo que sobre ellas se coloque una tabla *TD*, que en el estremo inferior *T* tiene de ancho 1,7 pies, y por su estremo superior *D* tiene 2 pies, se van cortando estas costillas en la direccion paralela al canto *TD*, y de modo que disten de él 0,2 de pie, haciendo que el canto ó ángulo que resulta por la figura de la costilla sea redondeado, para que no presente resistencia.

Está tabla tiene en su estremo *T* un corte de 2,5 pies de la misma forma de la moldura que los Arquitectos llaman *talon* y como se ve (fig. 81), descubriendo por consiguiente la prolongacion de las costillas 1 y 2.

Como será difícil encontrar esta tabla de la longitud que se requiere, se hace de dos, tres ó mas piezas. En su parte superior hay una caja G*K* (fig. 81) que forma un paralelógramo romboide que tiene 1,1 pies de base y 13,6 de altura, y en que el ángulo *K* tiene 94° y 36′. Dicha caja dista del costado del arbol 0,4 y encaja en ella una tabla que se le ajusta exactamente y que suponemos puesta en la (fig. 81), resultando verse cuando está quitada, las prolongaciones de las costillas que coge su abertura, como se verifica en el talon *T*. En nuestro concepto, el objeto de esta caja y tabla es para quitar la tabla cuando haya mucha velocidad.

El corte de esta tabla por su grueso y el estremo del árbol forman un ángulo *Dsf* de 96° y 38′; con lo cual quedan cortados oblicuamente el árbol y la tabla. Por el testero, ó bien sea por la parte opuesta á la superficie cóncava, hay dos correhuelas *X*, *I* (fig. 84), de las que representamos una en el sentido horizontal, y otra en el vertical, y sirven para sujetar á ellas las cuerdas de la tela. La tabla forma con el árbol un ángulo de 165° y 36′ por la parte del talon, que es por la que está mas cerca del centro de rotacion; y por el estremo del ala, este ángulo es de 178° y 57′. Con lo cual juzgamos que hay suficiente para su ejecucion en la práctica.

391 Por tanto, nos parece haber presentado lo mas esencial para su construccion; y que se podrá desde luego conseguir la introduccion de tan ventajoso procedimiento; y como todas las cosas reciben mejoras con el uso, es de esperar que si en los primeros ensayos no salen tan perfectos como conviene, observando con esmero los resultados, se logrará muy aproximadamente el grado de perfeccion tan apetecible.

SECCION TERCERA.

Manifestacion de los principales modos de hacer uso de la fuerza del viento para elevar las aguas, y con especialidad de los polders ó puldres; *mejoras de que es susceptible dicho mecanismo; parages de nuestro pais en que pueden plantificarse con ventajas; y su combinacion con los procedimientos anteriores para la produccion de mayores efectos.*

392 *Herrera* en su *Agricultura General* dice; "*tierra sin agua es cuerpo sin alma.*" Por esta razon, no deberá estrañarse nuestro vehemente conato en hacer cuantas esplicaciones puedan conducir á proporcionar agua en todas partes, y con la mayor facilidad y posible economía. Hemos indicado (343) que en Francia se hace uso de la accion del viento para elevar las aguas, valiéndose por lo regular de bombas; y en efecto, hemos visto en las cercanías de París y de Marsella y en varias salinas, aplicado este procedimiento, ya para elevar el agua necesaria al regadío, ya para la fabricacion de la sal; tambien hemos dado á conocer en varios parages de esta obra, que las bombas ordinarias no son tan ventajosas como los procedimientos que nosotros proponemos. Sin embargo, hay una circunstancia que, mejorada convenientemente, podrá ser útil en muchas ocasiones; y es que *cuando un molino de viento no ha de comunicar una fuerza demasiado considerable*, *se puede disponer de modo que se*

oriente por sí mismo; es tanto mas necesario detenerse en esta indicacion, cuanto lo que se pone en los libros es inferior á lo que se encuentra construido, aunque esto no ha llegado al grado de perfeccion que se requiere.

En efecto, en el tomo de *Máquinas Hidráulicas* de la obra de *Mr. Borgnis*, lám. 24, se ven tres distintos modos para elevar el agua por el viento, y que se orientan por sí mismos; y aunque en la esplicacion que pone pág. 176 bajo el epígrafe *polders*, los comprende en esta denominacion, distan muchísimo de los verdaderos *polders* que hoy dia existen en Holanda. Los que representa *Mr. Borgnis* en las figuras de su obra son: el 1.° una rueda guarnecida de paletas, parecidas mas bien á cucharas, movida por el viento, cualquiera que sea la direccion de este; dicho aparato se vuelve, por medio de una *cola*, *timon*, *ó veleta*, de modo que las alas del molino, se presentan de frente al viento. La 2.ª eleva el agua por medio de una bomba atraente; y la 3.ª es una noria movida por el viento, pero que dista infinito de la nuestra (fig. 57 lám. 7); en efecto, el depósito se coloca circularmente al rededor del parage donde se pone la noria; y debiendo girar toda ella con la rueda del agua, cajones &c., resulta muy costosa, y ofrece mucha dificultad al girar por el impulso del viento contra la banderilla de la veleta, timon, cola &c.

393 Ademas del inconveniente que presenta el uso de las bombas en los molinos que se orientan por sí mismos, y que hemos visto en París, Marsella &c., resulta que, para que el émbolo no tenga movimiento de rotacion, dentro del cuerpo de bomba, al cambiar la direccion del viento, hacen de modo que la espiga se componga de dos partes, tales que la una gire cerca del principio superior sin que lo verifique la otra; efectuándose esto siempre con dificultad. Tambien hay la circunstancia de que no se puede colocar mas de una bomba, habiendo necesidad de hacer uso de contrapeso, ó si se quiere valiéndose de cigüeñas que es lo mejor, y siendo estas de dos ó tres codos ó ángulos proporcionan mayores ventajas. Mas para estas, es necesario ya valerse de engranes. El modo de hacer que gire la parte superior para orientarse por sí mismos, es así, como en los que señala *Mr. Borgnis*, colocar una cola ó timon á manera de veleta, en el estremo opuesto de una barra, y que gire dicha parte superior sobre poléas.

En algun otro he visto efectuarse el movimiento á la manera que en las gruas, y tambien hay otros, en que, ademas de esta disposicion, se pone una chapa circular de fierro, en la que se hace descansar

una poléa fija en la cola ó timon; pero semejante aparato presenta el inconveniente de que, la espresada barra, que hace oficios de camino de fierro, se oxida con la lluvia, y llenándose de orin, hace aumentar considerablemente los rozamientos. En Inglaterra disponen los molinos de viento, de modo que se aireen por sí mismos aplicándolos á diferentes ramos de industria, y que se hallan descritos en varias obras; pero habiéndolos yo examinado, y habiendo oido el dictámen de los dueños de los establecimientos que los tienen, he deducido que se descomponen continuamente, y que esto les origina no solo los perjuicios de las frecuentes recomposiciones, sinó los que proceden de que, estando parada la máquina durante las reparaciones, sufren ademas los perjuicios de la falta de trabajo en todo el establecimiento.

394 En virtud de lo que precede, y despues de la mas seria meditacion, juzgo, para el efecto de elevar el agua, cuando un molino de viento se destina únicamente á este objeto, ser muy oportuno y conveniente, para evitar el que una persona tenga que cuidar de orientar el molino á cada paso, el plantificar dichos molinos, de modo que se orienten por sí; y mientras que la práctica de acuerdo con la teoría dén á conocer otros métodos mas ventajosos, juzgo que para construir nuestra noria movida por el viento, y que se oriente por sí misma, deberá disponerse con el timon ó cola T que representa la (fig. 57 lám. 7) en la parte superior; que toda la cubierta gire sobre una barra circular de fierro forjado por medio de cuatro, seis ó mas ruedas á manera de poléas, de la madera mas resistente ó de fundicion de fierro para que presenten el menor rozamiento posible, á cuyo efecto deberán tenerse presentes las tablas de la nota del § 131 Lib. 5.º para elegir las maderas ó metales, fáciles de adquirir en cada localidad, y que originen menor rozamiento. Toda la parte superior que gire, deberá tener el menor peso posible, para que el movimiento se efectúe con mas facilidad. La figura de la cola, timon ó veleta, es indiferente; y puede disminuir á proporcion que se coloque á mas distancia del centro de rotacion. El efecto de esta cola, veleta ó timon es, el de que siempre se encuentre en la direccion del viento la cabeza del árbol donde van las alas. De este modo, recibiendo estas la accion de aquel, y girando, hacen elevar el agua por medio de la noria sin necesidad, de que haya ninguna persona destinada á orientar las alas. En cuanto á la magnitud que ha de tener el timon ó cola, se calculará por el peso de toda la parte que gira y el rozamiento de los materiales que en cada caso

se empléen. Recomendamos mucho esta disposicion para elevar el agua de los rios; por ser entónces muy sencilla, como hemos dicho (222 y siguientes), y producirá unas ventajas de mucha consideracion. En efecto, habiendo un pequeño depósito donde pueda derramarse el agua de la artesilla, por medio de conductos ó de cañerías, de cualquier direccion, se la podrá encaminar desde él á los parages convenientes.

395 Como en mi concepto, será esto muy útil y ventajoso, para no omitir por nuestra parte ninguna diligencia que pueda contribuir á vulgarizar la introduccion del aire como fuerza motriz para la elevacion del agua por medio de las norias, y facilitar su plantificacion y generalizacion en España, voy á calcular aquí el número de pies españoles cuadrados que debe tener todo el velámen de las cuatro alas de un molino de viento, para mover cada una de las norias que tenemos calculadas en la seccion 7.ª del capítulo 2.º de este mismo libro.

Principiarémos por la *profundidad de* 10 *pies*; y habiendo encontrado que en una hora se elevarán 21846,86 libras de agua (249) á 10 pies, mas el valor del radio de la rueda del agua, que en este caso es 1,581 pies, porque la fuerza motriz que se empléa en la noria es equivalente á elevar el líquido casi hasta el punto mas alto de la rueda del agua; y aunque no toda ella sube hasta dicho punto, como siempre debemos plantear los cálculos de modo que la máquina no falle por falta de fuerza, hallarémos este resultado, como si toda el agua subiese al punto mas alto de la rueda del agua. Por lo tanto, la altura, á que se eleva esta, será 11,581 pies. Luego el efecto producido es elevar 21846,86 libras, que hacen 218,4686 quintales á 11,581 pies; ó lo que es lo mismo, á elevar el producto $218{,}4686 \times 11{,}581$ á un pie; esto es, á elevar 2530 quintales españoles á un pie español de altura. Pero, hemos visto (381) que un pie cuadrado de vela eleva en un segundo 0,01875 de quintal á la altura de un pie; por consiguiente, en una hora, que tiene 3600 segundos, elevará 67,5 quintales. Luego si dividimos 2530 por 67,5, tendrémos que el número de pies cuadrados que corresponderán á todo el velámen, será 37,5 pies cuadrados, y advertimos que siempre que haya fraccion, aunque no llegue á la mitad, añadirémos una unidad al entero, y así dirémos en este caso que se necesitarán 38 pies superficiales de velámen.

Para la disposicion de la noria de la (fig. 64 lám, 4) hemos obtenido (258) que en una hora se elevan 1463,13984 pies cúbicosde agua; y como suben á 10 pies, mas el radio de la rueda del agua, que es

1,581, y ademas la mitad del grueso del cajon, resulta en este caso, que la altura á que se eleva el agua, es 10+1,581+0,25=11,831. Luego, el efecto producido será 1463,14×11,831=17310,409: por lo que tomarémos 17311 pies cúbicos de agua elevados á un pie español de altura en la citada hora. Pero, en virtud de lo espuesto (381), un pie de superficie en la vela, hace subir en un segundo 0,04 de pie cúbico de agua; luego, en una hora, que tiene 3600 segundos elevará 3600×0,04=144 pies cúbicos españoles á un pie de altura. Luego, dividiendo 17311 pies cúbicos, que es el efecto que se ha de producir, por 144, resultarán 120,2; pero repetimos, que tomarémos siempre un pie mas en todos los valores en que resulte quebrado por pequeño que sea; es decir, que en este caso, reputarémos en 121 pies cuadrados la superficie total de las velas.

Profundidad de 15 *pies*. Hemos obtenido (261) que en una hora se elevaban 320,3 pies cúbicos; es decir, segun lo que ya hemos advertido, 321 pies cúbicos elevados á 15 pies, mas el radio de la rueda del agua, que es (260) 1,9365; luego la altura será 16,9365 que, por lo ya dicho, supondrémos que sea 17; y el efecto, que se ha de producir, equivaldrá á elevar á 1 pie de altura el producto 321×17=5457 pies cúbicos de agua. Y como un pie de superficie eleva en un segundo 0,04 de pie cúbico de agua, en una hora elevará 144 pies cúbicos; luego, para elevar los 5457 pies cúbicos en la hora, se necesitará un número de pies cuadrados espresado por $\frac{5457}{144}$=37,89 pies cuadrados de velámen, que reputarémos en 38.

Profundidad de 20 *pies*. Hemos hallado (263) que se elevaban en una hora 242,625 pies cúbicos de agua; por lo que reputarémos en 243 pies cúbicos el agua que se ha de elevar. El radio de la rueda del agua es 2,236; por lo tanto, para producir el efecto deseado, habrá de subir el agua á 22,236, que reputarémos en 22,5 para calcular de modo que no falle por falta de potencia, y así, por regla general, en los pies cúbicos tomarémos un pie de mas por el quebrado que resulte, de cualquier magnitud que sea; y en la altura, si el quebrado que resulta es *cinco décimas* de pie ó mayor que *cinco décimas*, tomarémos una unidad mas; y si es menor que *cinco decimas*, tomarémos siempre *cinco décimas*. Por consiguiente, el efecto que ha de producirse ahora, será equivalente á elevar 243×22,5 =5467,5 pies cúbicos á un pie de altura, que reputarémos en 5468; y como un pie cuadrado de vela eleva en una hora 144 pies cúbi-

cos á un pie de altura, como acabamos de ver en el caso anterior, resulta que, en este necesitarémos $\frac{5468}{144} = 37,9$, es decir 38 pies cuadrados para la espresada superficie.

Profundidad de 25 *pies.* Hemos obtenido (264) que se elevarán en una hora 188 pies cúbicos de agua. El radio de la rueda del agua es 2,5; luego, para el efecto, que se ha de producir, deberá subir el agua á 27,5 pies, que, por lo dicho anteriormente, supondrémos sean 28 los pies de altura á que se ha de elevar. Por lo tanto, el efecto que ha de producir actualmente, equivaldrá á elevar 188×28=5264 pies cúbicos á un pie de altura; y como un pie cuadrado de velámen eleva en una hora 144 pies cúbicos á un pie de altura, resulta que se necesitarán $\frac{5264}{144} = 36,6$, es decir 37 pies cuadrados para la superficie de las velas.

Profundidad de 30 *pies.* Obtuvimos (265) que en una hora se elevaban 485 pies cúbicos. El radio de la rueda del agua es 2,739; luego la altura total es 33 pies, y el efecto que se ha de producir será equivalente á elevar 485×33=16005 pies cúbicos á un pie de altura; y dividiendo este número por 144, resultan 111,15 pies cuadrados para la superficie de las velas, que reputarémos en 112.

Profundidad de 35 *pies.* Habiendo obtenido (266) para el agua que se ha de elevar en una hora, 405 pies cúbicos, y siendo 2,958 el radio de la rueda del agua, el efecto que se ha de producir equivaldrá á elevar 405×38=15390 pies cúbicos, cuyo producto dividido por 144, nos da 106,9, y que serán para nosotros 107 pies cuadrados de velámen.

Profundidad de 40 *pies.* Habiendo obtenido (267) para el agua elevada en una hora 336 pies cúbicos, y siendo 3,162 el radio, el efecto que se ha de producir será 336×43,5=14616; y dividiendo esto por 144, resultan 101,5, que reputarémos en 102.

En el (§ 268) obtuvimos 390 pies cúbicos para la misma profundidad de 40 pies, siendo iguales las ruedas del aire y del agua; y 3,162 el radio de ambas. Por lo que el efecto que se ha de producir en este caso es 390×43,5=16965 pies cúbicos; dividido este número por 144, da 117,8, es decir 118 pies cuadrados para la superficie de las velas.

Profundidad de 42,25 *pies.* Hemos obtenido (269) para el agua

elevada en una hora, 387,5 pies cúbicos; el radio de la rueda es 3,25; por tanto, el efecto que se ha de producir será 388×46=17848, que dividiendo por 144 resultan 123,9 que reputarémos en 124.

Profundidad de 45 *pies.* Hemos obtenido (270) para el agua elevada en una hora 350 pies cúbicos; el radio es 3,354; luego, el *efecto* que se ha de producir será 350×48,5=16975; que dividiendo por 144, tenemos 117,9 que reputarémos en 118.

Profundidad de 50 *pies.* Obtuvimos (271) para el agua que se elevaría en una hora 338 pies cúbicos; el radio es 3,535; luego, el efecto que se ha de producir será 338×54=18252; que dividiendo por 144, resultan 126,8 que reputarémos en 127.

Profundidad de 55 *pies.* Habiendo obtenido (272) para el agua que se ha de elevar en una hora 275 pies cúbicos; y siendo 3,708 el radio, tendrémos que el efecto que se ha de producir, será 275×59=16225; y dividiendo este número por 144, resultan 112,7 que reputarémos en 113.

El resultado, acabado de hallar, es para dicha profundidad y aplicando solo una caballería; pero cuando se le aplican dos, se elevan 596 pies cúbicos en la hora; por tanto, el efecto que se ha de producir en este caso, será 596×59=35164; que dividiendo por 144 resultan 244,2 que reputarémos en 245.

Profundidad de 60 *pies.* Hemos obtenido (273) para el agua que se elevará en una hora 540 pies cúbicos; el radio es 3,873; luego, el efecto que se ha de producir, será 540×64=34560, que dividiendo por 144 resultan 240.

Esto es en el supuesto de aplicarse dos caballerías; pero como en el mismo párrafo hemos hecho tambien el cálculo para una sola caballería, vamos á determinar aquí los pies cuadrados que han de tener las cuatro velas. Y como en este caso hemos obtenido 250 pies cúbicos en una hora, y el radio es el mismo, tendrémos que el efecto que se ha de producir, es 250×64=16000; que dividiendo por 144 resultan 111,1 que reputarémos en 112.

Profundidad de 65 *pies.* Hemos obtenido (274) para el agua que se elevará en una hora 225 pies cúbicos; el radio es 4,031; luego, el efecto que se ha producir será 225×69,5=15637,5; que dividiendo por 144 resultan 108,6 que reputarémos en 109.

Esto es en el supuesto de una caballería; y como para dos caballerías, el agua elevada era 540, el efecto que se ha de producir será 540×69,5=37530; que dividiendo por 144 resultan 261.

Profundidad de 70 *pies.* Obtuvimos (275) para el agua elevada en una hora 211 pies cúbicos; el radio es 4,183; luego el efecto que se ha de producir será 211×74,5=15720, que dividiendo por 144, resultan 110.

Esto es en el supuesto de una sola caballería; mas cuando se aplicaban dos, obtuvimos 458; por tanto, el efecto que se ha de producir es 458×74,5=34121; que dividiendo por 144, resultan 237.

Profundidad de 75 *pies.* Hemos obtenido (276) para el agua elevada en una hora 188 pies cúbicos; el radio es 4,330; por lo cual, el efecto que se ha de producir es 188×79,5=14946; que dividiendo por 144 resultan, 104.

Esto es en el supuesto de una sola caballería; pero aplicando dos, hemos obtenido 469 para el agua elevada; por lo que; el efecto que se ha de producir es 469×79,5=37286; que dividiendo por 144, resultan 259.

En la misma profundidad y aplicando tres caballerías, obtuvimos 750 pies cúbicos; por lo tanto el efecto que se ha de producir es 750×79,5=59625; y dividiendo por 144, se obtienen 414.

Profundidad de 80 *pies.* Hemos obtenido (277) para la cantidad de agua elevada en una hora 169 pies cúbicos; el radio es 4,472; luego el efecto que se ha de producir será 169×84,5=14281; que dividiendo por 144, resultan 100.

Esto es en el supuesto de una sola caballería, pero aplicando dos, obtuvimos 430 pies cúbicos; por tanto, el efecto que se ha de producir, es 430×84,5=36335; que dividiendo por 144, resultan 253.

Colocadas tres caballerías, para la misma profundidad, obtuvimos 679 pies cúbicos; por lo cual, el efecto que se ha de producir en este caso es 679×84,5=57376; que dividiendo por 144, nos resultan 399.

Profundidad de 85 *pies.* Hemos obtenido (278) para el agua elevada en una hora 165 pies cúbicos; el radio es 4,609; luego el efecto que se ha de producir será 165×90=14850; que dividiendo por 144, hallamos 104.

Esto es para una sola caballería; pero empleando dos, obtuvimos 402 pies cúbicos; luego, el efecto que se ha de producir en este caso, es 402×90=36180; que dividiendo por 144, resultan 252.

Aplicando tres caballerías, obtuvimos 633 pies cúbicos; por lo que, el efecto que se ha de de producir es 633×90=56970; que dividiendo por 144, resultan 396.

Profundidad de 90 pies. Hemos obtenido (279) para el agua elevada en una hora 150 pies cúbicos; el radio es 4,743; luego el efecto que se ha de producir es 150×95=14250; que dividiendo por 144, resultan 99.

Esto es para una sola caballería; pero aplicándole dos, obtuvimos 380 pies cúbicos: por lo que, el efecto que se ha producir es 380×95=36100 pies cúbicos; que dividiendo por 144, dan 251.

Para tres caballerías, obtuvimos 600 pies cúbicos; por tanto, el efecto que se ha de producir es 600×95=57000; y dividiendo por 144, resultan 396.

Para cuatro caballerías, obtuvimos 825 pies cúbicos; por lo que, el efecto que se ha de producir es 825×95=78375; que dividiendo por 144, resultan 545.

Profundidad de 95 pies. Obtuvimos (280) en una hora 163 pies cúbicos; el radio es 4,873; por lo que, el efecto que se ha de producir será 163×100=16300; que dividiendo por 144, resultan 114.

Esto es en el caso de poner solo una caballería; pero aplicando dos, obtuvimos 350 pies cúbicos; por tanto, el efecto que se ha de producir es 350×100=35000; que dividiendo por 144, nos da 244.

Siendo tres las caballerías, obtuvimos 575 pies cúbicos; por lo que, el efecto que se ha producir es 575×100=57500; que dividiendo por 144, resultan 400.

Siendo cuatro las caballerías, obtuvimos 806 pies cúbicos; por lo cual, el efecto que se ha de producir es 806×100=80600; que dividiendo por 144, nos da 560.

Profundidad de 100 pies. Obtuvimos (281) en una hora 745 pies cúbicos; el radio es 5; por lo que el efecto, que se ha de producir, será 745×105=78225; que dividiendo por 144, resultan 544.

Profundidad de 110 pies. Obtuvimos (282) en una hora 683 pies cúbicos; el radio es 5,244; por lo que el efecto, que se ha de producir, será 683×115,5=78887; que dividiendo por 144, resultan 548.

Profundidad de 120 pies. Obtuvimos (283) en una hora 625 pies cúbicos; el radio es 5,477; por lo que el efecto que se ha de producir será 625×125,5=78438; que dividiendo por 144, nos da 545.

Profundidad de 130 pies. Obtuvimos (284) en una hora 780 pies cúbicos; el radio es 5,7; por lo que el efecto, que se ha

de producir, será 780×136=106080 pies cúbicos; que dividiendo por 144, resultan 737.

Profundidad de 140 *pies.* Obtuvimos (285) en una hora 750 pies cúbicos; el radio es 5,916; por lo que el efecto que se ha de producir será 750×146=109500 pies cúbicos; que dividiendo por 144, resultan 761.

Profundidad de 150 *pies.* Obtuvimos (286) en una hora 778 pies cúbicos; el radio es 6,124; por lo que el efecto, que se ha de producir, será 778×156,5=121757 pies cúbicos; que dividiendo por 144, nos da 846.

Profundidad de 160 *pies.* Obtuvimos (287) en una hora 863 pies cúbicos, el radio es 6,325; por lo que el efecto, que se ha de producir, será 863×166,5=143690 pies cúbicos; que dividiendo por 144, resultan 998.

Profundidad de 170 *pies.* Obtuvimos (288) en una hora 963 pies cúbicos; el radio es 6,519; por lo que el efecto, que se ha de producir, será 963×177=170451 pies cúbicos; y dividiendo por 144, resultan 1184.

Este valor es ya mayor que el correspondiente al molino del § 384 que nos ha servido de tipo; y deducimos que este es equivalente al esfuerzo de 8 caballerías; pero como las caballerías solo pueden trabajar 8 horas al dia, y el viento puede obrar sin interrupcion en las 24 hora del dia, resulta que este molino produce un efecto equivalente al de 24 caballerías efectivas.

Profundidad de 180 *pies.* Obtuvimos (289) en una hora 990 pies cúbicos; el radio es 6,708; por lo que el efecto, que se ha de producir, será 990×187=185130 pies cúbicos; que dividiendo por 144, resultan 1286.

Profundidad de 190 *pies.* Obvutimos (290) en una hora 1063 pies cúbicos; el radio es 6,892; por lo que el efecto, que se ha de producir, será 1063×197=209411 pies cúbicos; que dividiendo por 144, resultan 1455.

Profundidad de 200 *pies.* Obtuvimos (291) en una hora 1138 pies cúbicos; el radio es 7,071; por lo que el efecto, que se ha de producir, será 1138×207,5=236135 pies cúbicos, que dividiendo por 144, resultan 1640.

Profundidad de 300 *pies.* Obtuvimos (292) en una hora 825 pies cúbicos; el radio es 8,660; por lo que el efecto, que se ha de producir, será 825×309=254925 pies cúbicos; que dividiendo por 144, resultan 1771.

Profundidad de 400 pies. Obtuvimos (293) en una hora 619 pies cúbicos; el radio es 10; por lo que el efecto, que se ha de producir, será 619×410=253790 pies cúbicos; que dividiendo por 144, resultan 1763.

Profundidad de 500 pies. Obtuvimos (294) en una hora 852 pies cúbicos; el radio es 11,18; por lo que el efecto, que se ha de producir, será 852×511,5=435798 pies cúbicos; que dividiendo por 144, resultan 3027.

Profundidad de 600 pies. Obtuvimos (295) en una hora 852 pies cúbicos; el radio es 12,247; por lo que el efecto, que se ha de producir, será 852×612,5=521850 pies cúbicos; que dividiendo por 144, resultan 3624.

Profundidad de 700 pies. Obtuvimos (296) en una hora 865 pies cúbicos; el radio es 13,229; por lo que el efecto, que se ha de producir, será 865×713,5=617178 pies cúbicos; que dividiendo por 144, resultan 4286.

Profundidad de 800 pies. Obtuvimos (297) en una hora 877 pies cúbicos; el radio es 14,142; por lo que el efecto, que se ha de producir, será 877×814,5=714317 pies cúbicos; que dividiendo por 144, resultan 4961.

Profundidad de 900 pies. Obtuvimos (298) en una hora 878 pies cúbicos; el radio es 15; por lo que el efecto, que se ha de producir, será 878×915=803370 pies cúbicos; que dividiendo por 144, resultan 5579.

Profundidad de 1000 pies. Obtuvimos (299) en una hora 871 pies cúbicos; el radio es 15,811; por lo que el efecto, que se ha de producir, será 871×1016=884936 pies cúbicos; que dividiendo por 144, resultan 6146.

Para la misma profundidad, obtuvimos (300) en una hora 1151 pies cúbicos; por lo que el efecto, que se ha de producir, será 1151×1016=1169416 pies cúbicos; que dividiendo por 144, resultan 8121.

Tambien para la misma profundidad obtuvimos (300) en una hora 891 pies cúbicos; por lo que el efecto, que se ha de producir, será 891×1016=905256 pies cúbicos; que dividiendo por 144, resultan 6287.

Habiendo considerado nuevamente la profundidad de 85 pies; obtuvimos (304) en la hora 428 pies cúbicos; el radio es 3,992; por lo que el efecto, que se ha de producir, será 428×89=38092 pies cúbicos; que dividiendo por 144, resultan 265.

Tambien obtuvimos (305) en una hora 194 pies cúbicos; el radio es 3,2596; por lo que el efecto, que se ha de producir, será 194×88,5=17169 pies cúbicos; que dividiendo por 144, resultan 120.

Considerando la profundidad de 1000 pies, obtuvimos (308) en una hora 328 pies cúbicos; el radio es 7,9055; por lo que el efecto, que se ha de producir, será 328×1008=330624 pies cúbicos; que dividiendo por 144, resultan 2296.

Tambien obtuvimos (308) en una hora 795 pies cúbicos; por lo que el efecto, que se ha de producir, será 795×1008=801360 pies cúbicos; que dividiendo por 144, resultan 5565.

396 Entendido esto, pasemos á manifestar el modo de obrar de los verdaderos *polders ó puldres.* Tampoco hemos hallado nada escrito, ni representada la figura completa de un *polder ó puldre*; por lo que nos ha sido preciso observar los construidos; y en consecuencia de nuestro exámen, el mecanismo de un *polder ó puldre*, reducido meramente á la elevacion del agua por medio de una rueda movida por el viento, es el que representa la (fig. 94 lám. 8). Las alas del molino hacen girar á la rueda *R* en el sentido que señala su flecha con la punta, y hace que la rueda *S* gire horizontalmente en el sentido que indica su flecha. El árbol *Q* y la linterna *L* se mueven tambien en el mismo sentido que la rueda *S*. La linterna *L* engrana en los dientes de la rueda *P*, y la obliga á girar en el sentido que indica su flecha al rededor del eje *MN*; al girar este, gira tambien la rueda *A* en el sentido que indica su flecha, la cual es la que eleva el agua.

La parte inferior del árbol *Q*, la linterna *L*, la rueda *P*, el eje *MN*, y la rueda *A* se hallan representadas mas en grande en la (fig. 95 lám. 8); y la rueda *A* sola se presenta en la (fig. 89 lám 8) vista en la direccion de su centro. La cual, hallándose sumergida en el depósito de agua *D*; y estando encerrada en un canalizo y moviéndose en la direccion que indica su flecha, eleva el agua del depósito *D*, y obliga á que se abra una compuerta *mn*, que consta de una ó de dos portezuelas, y hace que el agua pase al depósito, trámite ó canal superior *D'*; y cuando la rueda se para, el agua del depósito superior *D'* trata de descender al inferior, y con su empuje cierra la compuerta *mn* que es como la representa la figura.

397 Para dar á conocer el modo de obrar del *puldre*, cuando la rueda es inclinada, observarémos que las ruedas *R*, y *S*, el árbol *Q* y la linterna *L* son los mismos de la (fig. 94); pero la

rueda P, el árbol MN y la rueda A tienen la forma que representa la (fig. 96 lám. 8). Presentamos en la fig. 90 la rueda inclinada A que eleva el agua; su parte inferior está sumergida en un depósito de agua D; y al girar en el sentido que indica su flecha, obliga á elevarse el agua y entrar en el depósito D' que tiene tambien su compuerta que consta de una ó dos portezuelas.

398 Cada una de estas ruedas eleva el agua á una altura que puede ser como á los *tres cuartos*, ó lo mas como *cuatro quintos* del radio de la rueda; pero colocadas varias de estas ruedas indefinidamente de distancia en distancia como representan las (figs. 91 y 92 lám. 9), resulta que aunque cada una de las ruedas no elevará elagua sinó á una corta altura, por una serie indefinida de ellas, se podrá elevar el agua á la altura que convenga para satisfacer las necesidades de la Agricultura é Industria. Luego *este mecanismo cumple igualmente con la circunstancia de poder elevar el agua tambien indefinidamente*; pudiendo combinarse los mecanismos de tres ruedas, de modo que sean movidos por un solo volante ó molino de viento segun hemos ya indicado y aclararémos todavía.

399 Las mejoras, de que en mi concepto es susceptible este mecanismo, son las siguientes: 1.ª Dar una ligera convexidad á las paletas de la rueda como indicamos en la paleta p (fig. 89 lám. 8); 2.ª poner á sus costados unos pequeños rebordes como los de Morosi; 3.ª poner por la parte de la izquierda de mn, otra segunda compuerta; 4.ª disponer este mecanismo para que sea movido por la misma agua. Para esto, basta disponer una rueda hidráulica, de cualquier especie que sea; y que por medio de un mecanismo cualquiera comunique su movimiento á otra rueda que, sumergida en la parte superior del depósito eleve el agua por su movimiento hasta una altura, que repetimos será lo mas á los *tres cuartos ó cuatro quintos* del radio de dicha rueda.

400 Muchos son los mecanismos y medios que ocurrirán á los constructores, combinando la doctrina de las ruedas hidráulicas esplicada en la seccion 3.ª del cap. 2.º del Lib. 5, con los diversos engranajes que se manifiestan en esta obra y en las (figs. 112, 113, 114, 115 y 116) de nuestra Mecánica; y uno de los mas sencillos es el que representamos (fig. 97 lám. 8). N representa el nivel del agua en el depósito superior sea un caz, acequia, presa &c. Supongamos que derrame el agua por M sobre la rueda R que ponemos como de reaccion, haciendo girar á la linterna L en el sentido de su flecha; y que en los bolillos de esta linterna engranen los dien-

tes de la rueda *A*, que estando guarnecida de paletas, y sumergida su parte mas baja en el depósito superior del agua *N*, y teniendo por sus costados un canalizo, haga elevar el agua *como á los tres cuartos de su radio*. Se debe procurar que los dientes de esta rueda *A* se hallen á una distancia del eje de rotacion que no entren en el canalizo, y por consiguiente que no lleguen al agua; porque esto aumentaría inútilmente la resistencia de la rueda, y entorpecería su movimiento. Si el agua que eleva la rueda la dirigimos á un canal ó depósito, en que se halle sumergida otra rueda *A'* que engrane con otra linterna *L'*, tendrémos que se podrá elevar el agua *como á los tres cuartos del radio* de la espresada rueda *A'*. Cuando sean dos estas ruedas, convendrá que ambas estén diametralmente opuestas; del mismo modo se podrá conseguir el poner hasta tres y aun cuatro ruedas de estas, poniendo las respectivas linternas y que todas reciban el movimiento por la rueda *R*. Pero ya mas de cuatro ruedas no se podrían colocar sin incurrir en algunos otros inconvenientes, como son los que resultan de hacer los diversos canales ó depósitos, superiores, y de hacer obrar las resistencias á mucha distancia de los puntos de los ejes en que obra la potencia, &c. &c.

401 Los parajes de España en que la naturaleza está señalando el uso de los *puldres*, son en primer lugar la Mancha, que es justamente donde mas se necesita el agua, y donde hay mayor facilidad para elevarla, tanto por ser conocido el mecanismo de aplicar el viento, como porque el agua se halla muy somera. En efecto, la escasez de agua es tan notoria en dicha Provincia, que corre como proverbio, que con mas facilidad dan *gratis* á un transeunte un vaso de vino que un vaso de agua; luego con dificultad se hallará un parage en que mas convenga facilitar agua, tanto para las personas como para los animales y regadío; ya hemos indicado, que la Mancha es el parage de España donde se halla mas generalizado el modo de aprovechar la fuerza del viento para moler el trigo; por consiguiente, están ya acostumbrados á saber convertir el movimiento de las alas, que se hallan un plano casi vertical, en el movimiento horizontal que tiene la piedra; poniendo en lugar de esta una linterna como la *L* y demas aparato de la (fig. 94 lám. 8) que se puede hacer sin necesidad de unos profundos conocimientos, aun por los mismos que construyen en el dia los molinos de viento, se tendrá introducido este importantísimo procedimiento. Por otra parte, las aguas del territorio de la Mancha, se hallan á tan poca profundidad,

que en cualquier parage por medio de un solo molino de estos, se puede conseguir el agua suficiente. En efecto, el curso del Guadiana tiene tan poco declive, que sus márgenes apenas se hallan en la mayor parte de su curso tres, cuatro, seis, y lo mas como unos ocho pies sobre el nivel de dicho rio. Luego, aplicando la accion del viento, que allí se tiene costumbre de saber aprovechar, á una rueda de *puldre*, cuyo radio sea 12 pies á lo mas, será suficiente para elevar dichas aguas y emplearlas en en el regadío de aquel terreno que hoy presenta una aridez tan estraordinaria; y aunque se quisiera suponer que estas aguas no sean bastante adecuadas para el regadío, como algunos han espresado; sin embargo, regando *por filtracion* segun darémos á conoceer (§ 119 Lib. 8), resultarían incalculables ventajas, y aquellos terrenos convertidos en vega producirían cosechas abundantísimas.

402 En Villasequilla, no distante de Yepes, en una grandísima posesion que tiene allí mi muy apreciado amigo *Don Rafael de Costa*, se halla el agua en unos parages de seis á ocho pies de profundidad nada mas; en otros de doce á quince. Por consiguiente, estableciendo, en los primeros sitios, *puldres* con una rueda de 10 á 12 pies de radio; y en los segundos, puldres de á dos ruedas con el mismo radio, se podría establecer allí el regadío con muchísimas ventajas.

403 En Almagro, el agua de los pozos se halla á unos 24 pies de profundidad; y esta se podrá suponer por término medio la profundidad á que se halla el agua en casi toda la provincia de la Mancha; por consiguiente, estableciendo en ella puldres de á tres ruedas, cada una de 10 á 12 pies de radio, se conseguirá elevar el agua á la superficie del terreno para establecer el regadío.

404 En Huete, provincia de Cuenca, se halla por término medio, el agua de los pozos á una profundidad de 15 á 18 pies; por consiguiente, estableciendo allí puldres de á dos ruedas de 11 á 13 pies de radio, se conseguirá elevar las aguas lo suficiente para el regadío.

405 Las márgenes del Jarama, desde que se le incorpora el Guadalix, hasta su confluencia con el Tajo, se hallan elevadas de 6 á 20 pies. Luego, poniendo en sus orillas puldres, movidos por el agua, ó por el viento, y que constasen de una á tres ruedas de 10 á 12 pies de radio, se tendrían regadas aquellas hermosísimas campiñas.

406 Las márgenes del Guadalquivir, desde ántes de Sevilla hasta su desembocadura en el mar, no están acaso en ningun parage 20 pies elevadas sobre el nivel del rio. Por lo que el establecimiento de los puldres allí produciría ventajas de mucha consideracion. Y lo

mismo se verificará en las demas localidades análogas, que, aunque no las espresamos, abundan bastante en España.

407 En la construccion de estos molinos ó puldres, la regla general que se debe conciliar es que la velocidad del estremo de las paletas sea de unos 5 á 6 pies.

408 Terminarémos este capítulo manifestando el modo de combinar el puldre con los demas medios que hemos espresado en los tres capítulos precedentes, y aun con los demas trabajos industriales. Para esto representamos en la (fig. 80 lám. 10) una de las muchas combinaciones que acerca de esta materia se pueden discurrir.

En la parte superior ó piso segundo se representa el movimiento de la noria que señalamos con *N*. Dicho movimiento se efectúa segun hemos esplicado (220). La misma linterna que comunica el movimiento á la noria, mueve igualmente al aparato *S* que destinamos para subir los sacos de trigo hasta el piso principal donde se colocan cuatro piedras de molino para el trigo; y la planta del dicho piso principal se halla representada por la (fig. 98 lám. 10); en la cual se advierten las cuatro piedras señaladas con P, P', P'', y P''', y que de frente en la (fig. 80 lám. 10) solo se ven la P''' y P'. En la espresada (fig. 98) S' representa el agujero por donde suben los sacos; C el aparato para cerner, y N' el agujero para que pase la maroma de la noria sin entorpecer los demas movimientos.

En el piso bajo de la (fig. 80), cuya planta se halla representada en la (fig. 99) están tres ruedas R, R', R'', de puldres; la inferior de todas la representamos por R'', y su eje suponemos está en el suelo unos 8 pies sobre el nivel ordinario del agua; la rueda R' tiene su centro de rotacion unos 8 pies mas alto que el de la R''; y el centro de rotacion de la rueda R se halla unos 8 pies mas alto que el de la R'; y en el alzado (fig. 80) se manifiestan con las mismas letras los engranages por cuyo medio se efectúan los movimientos.

En la misma (fig. 99) señalamos con B la planta de una de nuestras *bombas de rotacion perfeccionadas*, y en el alzado (fig. 80) está indicado su engranage con la misma letra B. En la misma (figura 99) señalamos con N'' el agujero de la noria. Y si en el depósito donde suponemos que desagua la artesilla, pusiéramos la boca del tubo del cuerpo de un ariete, y su cabeza la ponemos en el parage donde se necesite hacer uso de la mayor parte del agua que da la noria, podrémos por este procedimiento elevar una cierta parte de esta cantidad de agua á una altura mucho mas considerable.

Luego con un mismo motor, cual es el viento, aplicado á las alas

de este molino, tenemos puestos en accion los cuatro métodos de elevar el agua contenidos en este libro; y ademas otra industria cualquiera; pues en vez del aparato de moler, que hemos elegido por ser mas conocido, podría sustituirse otro cualquiera, como el de aserrar, moler los ingredientes para hacer la porcelana, el carbon animal &c. &c. Lo que en la (fig. 80) conseguimos por la fuerza del viento, podrémos lograr haciendo uso de la fuerza motriz del agua, por el artificio que espresamos en las (figs. 58 lám. 6 y 97 lám. 8).

Conclusion del libro VI y desagüe de los pantanos, lagunas etc.

409 Como no es indiferente elegir en los diversos casos, que se pueden presentar, una máquina mas bien que otra, debemos recapitular aquí las circunstancias en que es preferible cada uno de los cuatro mecanismos de que hemos hablado en este libro; porque la esperiencia tiene acreditado que una máquina escelente, en una ocasion determinada, viene á ser inoportuna y aun perjudicial en otra. Y aunque, al hablar de cada una, hemos indicado sus circuustancias favorables, no estará de mas el que pongamos aquí, bajo un simple punto de vista, las que son mas ventajosas para cada una.

410 Cuando tenemos una corriente de agua, son aplicables los cuatro mecanismos. El que con mas sencillez, utilidad y economía se puede establecer en las presas ordinarias de nuestros rios, es el *ariete hidráulico*, que puede elevar el agua por sí solo y con una caida determinada á una altura indefinida ó tan grande como se quiera. El ariete es adecuado en esta disposicion para elevar el agua á cualquier altura. Pero si la altura á que se quiere elevar el agua es corta, los mecanismos preferibles son la *bomba de rotacion perfeccionada* y el *puldre perfeccionado*, usando del agua como potencia motriz ó de cualquiera otra. Pero si la altura á que se quiere elevar el agua es considerable, se hará uso de la *noria perfeccionada*, tomando por norma ó tipo la de la (fig. 58 lám. 6) si el motor ha de ser el agua, ó la de la (fig. 57 lám. 7) si se ha de mover por el viento.

411 Cuando no hay corriente de agua que emplear como fuerza motriz, sinó que el agua se halla sin movimiento en las profundidades, ó en la superficie como en pantanos, lagunas &c, entónces, si es pequeña la altura á que se quiere elevar, se debe usar de la *bomba perfeccionada* ó de los *puldres*; y si es á mayor altura, es mas ventajosa la *noria*. Y elevada ya el agua á una determinada altura y recogida en un depósito, si á la salida de este, para regar con dicha agua, se pone el principio del tubo de un ariete, conseguirémos que una cierta parte del agua se empleé en regar á aquella altura.

y que otra parte se eleve por el ariete á cualquier altura sobre aquella en que se halla para el objeto en que se necesite emplear.

412 Todos los medios, que hemos dado á conocer en este libro para elevar el agua, son aplicables al desecamiento de lagunas y pantanos; sobre cuyo punto no entramos en ningunos detalles; por cuanto no siendo nuestro objeto el repetir lo que se halla escrito en otros libros, y hallándose tratado este en el art. IV del cap. VI adicional al libro V del *Herrera* por *Don Francisco Martinez Robles*, recomendamos su lectura; con lo cual y lo espuesto en este libro, se podrán allanar cuantas dificultades puedan ocurrir en la materia.

413 Por último, no será inútil hacer dos advertencias que las creo de mucha importancia. La 1.ª es el haber visto en algunos parages, que habiendo un manantial perenne de agua, luego que han hecho la fábrica para establecer la fuente, se ha secado el manantial ó ha disminuido su producto. Esto proviene en mi concepto de lo siguiente: vemos todos los dias que atajando un rio por una presa ó ataguía se elevan sus aguas sin que se perciba disminucion en los rios; esto, que se presenta diariamente á la vista, se ha querido aplicar en algunas ocasiones á los manantiales, circuyéndolos con alguguna pared para que suba el agua; y esto siempre causará efectos mas ó ménos perjudiciales por las causas que patentizarémos (§ 23 Lib. 10); sucede tambien que aun cuando no se intente hacer que se eleven las aguas del manantial, los cimientos de la fábrica ó edificio intercepten una parte mas ó ménos considerable de las filtraciones que alimentaban el manantial, y disminuir este en su consecuencia. Por esta causa, siempre que se tenga un manantial, que la naturaleza nos presente, se debe dar un corte vertical mas ó ménos profundo segun las circunstancias lo exijan, á fin de profundizar una, dos, tres ó mas varas el parage por donde salen las aguas, lo cual aumentará las filtraciones, y por consiguiente el producto del manantial; y no se hará en aquellas inmediaciones ninguna obra. Estas aguas se dirigirán á cualquier otro parage donde se pueda hacer el depósito; y desde allí se elevarán á la altura que convenga. De aquí resulta que habrá que elevar el agua á una altura algo mayor; pero este inconveniente quedará mucho mas que compensado, con la cantidad de agua que aumentará el manantial: con lo cual termino esta materia, deseando á mis amados compatriotas se aprovechen de la doctrina esplicada en este libro; y no dudo afirmar que lo conseguirán, si emplean en su ejecucion un conato tan vehemente y eficaz, como el que yo he puesto en su composicion.

LIBRO SÉPTIMO.

Indicaciones generales sobre los medios de encontrar agua en el seno de la tierra, y complemento de la teoría y práctica de los pozos artesianos ó fuentes ascendentes, con la designacion matemática de los parages donde se pueden establecer con ventajas en España.

1 Cuando principié á escribir esta obra, me propuse que este libro fuese uno de los mas extensos; pero en virtud de las razones espuestas (§ 51 Introd.), acaso será el mas corto. Sin embargo, para mayor claridad, lo dividiré en tres capítulos. En el primero, insertaré cuanto he podido recolectar acerca de las indicaciones ó señales exteriores por las que se conoce si hay agua en un parage, y si está cerca de la superficie de la tierra; en el segundo, reuniré la parte histórica mas esencial de los *pozos artesianos ó fuentes ascendentes*, espresando las razones por las cuales me decidí á no hablar de ellos en mi *Memoria sobre la nivelacion del Jarama, Lozoya y Guadalix*; y en el tercero, manifestaré que ni *Mr. Garnier*, ni *Mr Hericart de Thury* han tenido en consideracion un principio científico: motivo por el cual se presentan como inciertos los resultados que se obtienen; y atendiendo á dicho principio, designaré los parages de España, y circunstancias que se han de reunir para que produzcan buen efecto las mencionadas fuentes ascendentes.

CAPÍTULO PRIMERO.

Indicaciones generales sobre los medios de encontrar agua en el seno de la tierra.

2 *Plinio* en su *Historia Natural* libro 31 capítulo 3.º edicion de París año 1685 página 539, al tratar de las aguas, dice bajo el epígrafe de *señales para buscar donde las hay*: "Hállanse princi-

palmente en los valles y en algunos lindazos cóncavos ó raices de montes......son señales de agua el junco ó cañas.....mucho mas cierta señal es la exhalacion nublosa que se ve desde léjos ántes de salir el sol, lo cual especulan y consideran algunos de propósito echados de pechos tocando con la barba en la tierra. Hay tambien una particular congetura, solamente conocida de los peritos y diestros, la cual siguen cuando hace ferventísimo calor, y en las horas ardentísimas del dia, considerando cual séa y de qué lugar la repercusion que resplandece; porque si estando la tierra seca y sedienta, aquel lugar es mas húmedo, indubitable esperanza promete de haber allí agua; pero es necesario tener los ojos tan fijos y atentos mirando, que llegan á sentir dolor, y así huyendo esto acuden á otras pruebas y esperiencias. Cavan el suelo siete pies en hondo, y cubiertos con unas tejas de barro crudo, ó con un barreñon de cobre untado, puesta una luz ardiendo y techado encima con hojas y despues con tierra. Si se hallasen las tejas de barro húmedas ó rotas, ó sudor en el metal, ó apagada la luz no teniendo falta de aceite, ó mojado un vellon de lana, sin alguna duda prometen aguas. Algunos secan y cuecen primero el agua con fuego haciendo así mas eficaz el argumento de los vasos. Y la misma tierra promete agua cuando se halla con algunas manchas que blanqueen, ó toda de color verde, porque en tierra negra casi nunca son los manantiales perpétuos. La tierra gredosa para hacer vasos siempre quita la esperanza de agua......en la tierra arcillosa es siempre el agua dulce y mas fria en la maciza, y tambien esta se prueba porque las hace dulces y ligeras, y colando detiene todas las inmundicias. La tierra arenisca promete pocas y cenagosas. La rubia, inciertas venas, pero de buen sabor: la de arenas gruesas y de arena carbunculosa promete aguas ciertas, y estables y salutíferas; las piedras rojas las prometen bonísimas y de certísimas esperanzas. Las raices pedregosas de los montes y el pedernal prometen lo mismo, y mas que serán muy frias. Pero conviene á los que cavan ir siguiendo las crietas mas húmedas, y que desciendan las herramientas con mas facilidad. Cuando en lo hondo de los pozos se hallan venas sulfúreas ó aluminosas matan á los poceros. Es esperiencia de este peligro, si metida una candela encendida se apaga, entónces junto al pozo en la parte derecha é izquierda se cavan unos desfogaderos que reciban aquel vapor grave y nocivo. Tambien sin tener estos vicios con la misma profundidad y hondura se hace mas grave el aire, el cual enmiendan con asiduo movimiento de lienzos."

3 *Ebn el Awan*, en el tomo 1.º de su *Agricultura*, edicion de Madrid 1802 pág. 137 bajo el epígrafe *señales por donde se conoce si el agua está cerca ó léjos de la superficie de la tierra, y operaciones que se practican al efecto, dice*: "En las planicies ó faldas de los montes, donde hay mucha agua cerca de la superficie de la tierra, aparece cierta jugosidad que se percibe claramente al tacto y á la vista á manera de sudor ó rocío, especialmente á la primera y última hora del dia. Para cerciorarse de esto, tómese un poco de polvo menudo, y si empolvando la superficie de algunas piedras de aquel monte y de la misma tierra; y observando si hay agua, se viere que allí se ha humedecido, es señal de que el agua en aquel monte está cerca de la superficie de la tierra, y segun su copia y su cercanía á la superficie, será la humedad de dicho polvo, el cual será poco ó tenuamente humedecido si el agua fuere poca en aquel sitio ó estuviere léjos.

»Tambien se conoce si hay agua en las cavernas de los montes por el murmullo que de ella se oiga. Igualmente se muestra lo mismo por la calidad del polvo de la superficie de la tierra suave, áspero ó de diferente disposicion.

»Si observando la ordinaria crasitud que apareciere en la superficie de la tierra ó la falta de crasitud, que es la aridez esterior, se viese ser la crasitud de la tierra de color oscuro ó muy polvoroso en el sitio de la exploracion, el agua está cercana, y es tierra que contiene mucha en su centro y profundidad.

»Mas si siendo viscosa, muelle, negra y gruesa, se hallase, amasando un poco de su polvo, ser este gomoso, aun es mucha mas el agua en ella contenida.......... Para conocer la inmediacion ó distancia del agua por el sabor y olor del polvo, cávese un hoyo en aquella tierra de un codo de profundo, y tomando de lo hondo alguna y poniéndola á remojar en agua dulce en un vaso limpio, pruébese despues y examínese una y otra al paladar....... si el sabor fuere ligero que apenas se perciba, no está léjos el agua; y si no hay tal sabor, está la misma cerca de la superficie, pues la misma cercanía de la planicie de la tierra indica el sabor tirante á desabrido.

»Tambien se huele aquel polvo, y si el agua dista de la superficie un codo corto, hállase el olor del mismo á manera del que tiene la tierra extraida de los torrentes y de los rios por donde continuamente corren aguas despues de enjuta.

»Asímismo el olor como de cosa podrida ó de ovas muestra estar cerca el agua. Tambien se muestra haber cerca agua en la tier-

ra muelle, por los cipreses, terebintos, zarzas y espinos pequeños que en ella se criaren.

»Esta última planta es especialmente indicante de agua. El taray, el papiro (ó junco de la India), el zumaque, la romana, el llanten que se cria en sitios tanto húmedos como salitrosos, los cañaverales, la borraja, los poléos, la manzanilla, el malvavisco, el culantrillo de pozo, el junco, la juncia olorosa, la grama, el trébol, la higuera infernal, el tragoregano, la malva, el trébol que nace en los campos y la siempreviva pequeña, todas estas plantas y otras semejantes, aunque se crian en sitios húmedos de poca agua, su robustez, multitud de hojas, ramas y raices y verdor permanente, manifiestan copia de agua en lo interior de la tierra donde nacieren, y lo mismo su cercanía á la superficie, y al contrario.

»Tambien las cañas y la grama son indicio de agua cercana dulce, cuya copia en el centro de la tierra indica especialmente en las estaciones del estío y del otoño, la multitud y firmeza de las raices que quedaron en aquella misma tierra.

»Otra de las señales, por donde se conoce la cercanía del agua, es que hecho un hoyo como de tres codos de profundo, especialmente en la tierra que produjere las plantas primeramente mencionadas, se tome un vaso de cobre ó plomo á manera de barreño ó cofaina grande de la cabida de casi diez libras...... y tomando un vellon de lana blanca bien lavada hasta no quedarle absolutamente sabor de cosa alguna, enjuta y seca se ata con hilos en medio del vaso hácia uno de sus lados por dentro sin que pueda tocar en el suelo, puesto el vaso boca abajo....... que puesto el sol, se coloque este vaso boca abajo en lo hondo de aquel hoyo y se cubra de yerba fresca y tierra como un codo, ó de tierra solamente hasta quedar el hoyo lleno, y que si quitado todo esto á la mañana ántes de nacer el sol, y registrando la lana del vaso descubierto se hallare esta mojada ó empapada de agua, es señal de haberla cerca de aquel sitio; si solo humedecida y jugosa, que lo está medianamente; y si de otra disposicion, que lo está distante en dicho sitio; y si se encuentra enjuta, que allí no hay agua absolutamente, ó que hay piedra dura interpuesta debajo por donde no puede conocerse la mucha copia de agua que sin embargo acaso hay."

4 El mismo Autor bajo el epígrafe. *De la manera de abrir los pozos en los jardines y en las casas*, dice lo siguiente.

»El pozo redondo por abajo y prolongado por el brocal es conocido por *arábigo*, y por *persiano* el que en ambas partes fuere de

esta última figura. Suele suceder que el pozo redondo de la parte de abajo contenga mas agua que el prolongado, como la redondez equivalga á aquella largura por la razon de ser mas ancho de boca. Si al hacer el pozo se viese la tierra dura, hágase mas ancho de lo acostumbrado, y angosto si la tierra fuere suelta ó blanda. Descubierto el manantial del agua, sáquese un jarro de ella para que, si probada, se hallare dulce al gusto, se prosiga el trabajo ó se suspenda un poco si se hallare de otro sabor. Despues se volverá á gustar, y si aquel sabor verdaderamente alterado tirare á salitroso, se cese en la obra sin tomar por ello pena. Si fuese amarga ó salobre, ciéguese el pozo del todo.

»El pozo profundo debe hacerse grande de boca en esta forma ó proporcion. Si su profundidad es de diez varas, el brocal tenga diez y seis palmos de largo, de manera que de él entre en el plano como dos codos quedando nueve palmos de fuera. Si fuere mas profundo, hágasele mayor el brocal para que manifieste mayor figura en la circunferencia de doce palmos. Si al excavar el pozo se descubrieren pocos manantiales ó veneros y como contenida ó arrastrada el agua, si se quiere esta en mayor abundancia, hágase la excavacion demasiado profunda....... Si se quiere aumentar el agua, hágase otro pozo al lado si bien no junto al otro, hasta llegar á encontrar aquella como codo y medio ménos profundo que el primero, haciendo despues otro algo separado tambien y ménos profundo un codo, despues de encontrada el agua, concluyendo la operacion con hacer un cuarto pozo, de manera que el primero sea mas hondo que cada uno de ellos, cuyas aguas juntándose en aquel por conductos de comunicacion que han de hacérseles en el fondo, vienen á aumentar al doble la del primero y principal.

»Si los veneros en el pozo vienen por entre piedrezuelas, fluye el agua de ellas con abundancia, con ménos fuerza, si por arena; y si por tierra tenaz ó compacta, no sale sinó por sudor. Una de las cosas que aumentan mucho el agua de los veneros exteriores ó fuentes (lo cual es bueno hacer tambien en los pozos de poca agua), es tomar como doce libras de sal comun, y puesta al sereno al raso de noche mezclada de otro tanto fiemo tomado de agua de algun rio seco, rociarla despues por la mañana dentro del venero ó echar de ella en el pozo cada dia siete puñados esparcidos solamente; hecho lo cual, claramente se ve fluir el agua con mas abundancia. Demas de esto, si se quiere cavar mas el pozo para aumentar en él

el agua por este medio, hágase esto cuando lleguen á bajar ó sentarse las aguas en setiembre y octubre ántes de las lluvias en el siete, veinte y uno y veinte y dos del mes lunar.

»Se procurará hacer el pozo en lo mas alto del jardin ó del huerto de hortalizas cerca de la puerta ó en medio de él, si fuere posible, lo primero para que allí se pueda regar todo, y lo segundo para que los que entraren le tengan inmediato. El pozo se abrirá en los meses de agosto, setiembre ú octubre atendiendo á la calidad de la tierra de los que hubiere inmediatos á aquel sitio, su profundidad y copia de agua ó señales que mostraren haberla. Cuando los excavadores llegaren al agua, sáquenla y prosigan los trabajos hasta encontrarla en abundancia. Si en el hondo del pozo dieren en tierra dura, amarilla, poco húmeda, algo tirante á blanca ó blanca tirante á amarilla llamada *apenderada*, el agua será poca. Asimismo, si la tierra de lo hondo del pozo fuere gruesa ó pedregosa ó manare el agua por los lados á manera de sudor en poca cantidad y no seguidamente, cávese hasta romper lo que cubría los manantiales y llegar al agua que fluía entre las piedrezuelas......

»El pozo debe hacerse de priesa mas bien que despacio en la tierra blanda, y si necesitare de arca sea esta de veinte palmos de largo y doce de ancho, de las cuales la mas pequeña debe tener doce palmos de largo y cinco y medio de ancho..........."

5 *Don Teodoro Ardemans* en su obra intitulada *Fluencia de la tierra* &c. capítulo 6.° edicion de Madrid 1724 pág. 34 se espresa de este modo: "Columela dice que la tierra que cria las vides muy viciosas de hojas y la tierra donde nacen biergos, trébol y brunos silvestres, en ella hay agua, y muy buena, agradable al gusto y muy dulce; mayormente si en semejante terreno se hallan ranillas y lombrices, y si en su circunferencia hay mosquitos, tábanos y gusanos de alas.

»Turriano dice que el que quiera investigar donde hay agua conviene que en el tiempo de caniculares (que es el mas oportuno) se levante el que lo solicitare al amanecer, y antes que no salga el sol, y en parage que no haya alto ni bajo, se tenderá boca abajo en el suelo con una mano tendida debajo de la barba, y mirando hacia donde nace el sol, verá si huméa arriba y si no lo hiciere por aquel parage, se volverá el cuerpo hacia otro lado en la misma forma, y siempre enfrente del sol; y si huméa, sin duda encontrará agua, en cuyo lugar hará un hoyo de tres pies en cuadro por cuatro de profundidad, y en él meterá un vellon de lana, y se tapará muy

bien con unas ramas, de suerte que no evaporice, y á las veinte y cuatro horas despues de puesto ó por la mañana temprano se irá á registrar, destapando el hoyo, y se tomará el vellon en la mano, se apretará muy bien, y saliendo agua de él ó humedad, de suerte que humedezca la mano, es muy cierto que hay agua, y para mayor satisfaccion se tomará una vacía de laton, y se meterá muy tiradamente con un poco de aceite comun y se meterá dentro del mismo hoyo, y se tapará con unas ramas, como se hizo arriba y se dejará el mismo tiempo, y en llegando la hora se registrará y si se ven algunas gotas de agua que estan pegadas á la vacía, como si fueren gotas de sudor, es cierto que allí hay agua perenne.

»Otra esperiencia. En el mismo parage donde se ha visto humear, se tomará un matraz de cobre de un pie de diámetro con su cañon de tres pies de largo: y la mitad de él de vidrio, de suerte que entre uno en otro, y con una masa de harina y una clara de huevo, y un poco de papel de estraza, se tapará muy bien la junta que hará entre los dos cañones, y como el vaso, ó barriga de los matrazes es circular, se ha de hacer su suelo plano para que poniendo el cañon metido en la tierra pueda mantener el fuego, que será de carbon ó de leña corta, y como el fuego tira hácia arriba, la agua ó humedad, que hubiese dentro de la tierra, irá subiendo por el cañon de vidrio arriba hasta llenarse.»

6 *Don Francisco Vidal y Cabasés*, en su obra citada (§ 150 Lib. 6.º) inserta bajo el epígrafe de *Medios y Señales para el descubrimiento de fuentes y aguas subterráneas*, pág. LXXXVI, lo que sigue.

»Algunos de los Autores, que tratan de esto, dicen, que para conocer y descubrir la agua que está oculta á nuestra vista, es menester que en un dia tranquilo y sereno, antes de nacer el sol, se ponga uno tendido en tierra, tocándola con el vientre, y apoyando la barba sobre ella mire la superficie del terreno. Si se apercibiere en alguna parte elevarse algunos vapores, se dará á conocer la agua que está escondida y por consiguiente se deberá cavar en aquel sitio. Sobre esta regla aconseja *Paladio* que debe elegirse como mas propio el mes de Agosto, tiempo en que los poros de la tierra estando mas abiertos, dan el camino mas libre á los vapores. Asímismo dice que es preciso atender que aquellos lugares en que se observa elevarse los vapores, no sean húmedos en su superficie como los pantanos, porque aunque podrán dar bastante agua, será sin embargo de una calidad perniciosa. *Casiodoro* en una carta á *Theodo-*

rico, da otra señal que tienen por infalible los fontaneros mas hábiles; y es que, cuando ántes de salir el sol se ven como unas nubes de pequeñas moscas que vuelan hacia la tierra, y vuelan constantemente sobre un mismo sitio, es señal de haber agua en aquel paraje.

»Para hacer la prueba real de estos descubrimientos se podrá cavar la tierra á la profundidad de cinco ó seis pies, sobre tres de ancho y poner al tiempo de declinar el sol al fondo de esta excavacion, un caldero boca abajo, ó una vasija de estaño, cuyo interior esté untado con aceite, tapando dicho hoyo con tablas y tierra, ó ramas y tierra &c. Si se encontrasen por la mañana algunas gotas de agua pegadas en lo interior de estas vasijas, será señal manifiesta que este terreno contiene venas de agua. Para mas asegurarse de la verdad, se podrá poner debajo de estas piezas algunos trozos de lana, á fin de ver si comprimiéndolos, se hace salir de ellos alguna porcion de agua. Todas estas señales son infalibles y confirmadas por una experiencia constante. Se conocerá tambien el agua subterránea, si en lugar de la vasija se pone una lámpara encendida y llena de aceite, y encontrándola el dia siguiente mojada, principalmente si el aceite y torcida no se hubiesen consumido. *Plinio* da otro descubrimiento en su *Historia natural*, que asegura haber experimentado él mismo. Si se encuentra, dice, algun sitio en donde se observe que las ranas se recojen y agazapan, nos podrémos prometer de encontrar seguramente venas de agua. Y finalmente se puede esperar encontrar agua en donde se hallaren juncos, cañas, yerba buena, agrimonia, yedra y otras hierbas, que no nacen sinó en lugares húmedos, sin que se crien en lugares pantanosos.

»Sobre el lugar ó terreno mas propio para hallar agua con mas abundancia, quiere *Vitruvio* que cuando se busca el agua se examine la naturaleza del terreno. Un terreno gredoso, dice, da muy poca y de mal gusto. En la arena movible, no se halla sinó en muy corta cantidad. En la tierra negra, sólida y no esponjosa es muy abundante. Las fuentes que se encuentran en una tierra arenisca, semejante á aquella que se halla en las orillas de los rios, al paso que son buenas, son poco abundantes; pero lo son mucho mas en la arena muy tenue y blanca y en cascajo ó arena de rio. Y son excelentes y abundantes en la piedra colorada. El *P. Juan Francisco* en el *tratado del arte de las fuentes* aprueba particularmente los indicios que se sacan de la misma naturaleza de los suelos ó terrenos, y de las diferentes capas que se hallan. Para descubrirla sin gastos ni trabajo, encarga el uso de las barrenas, ó taladros de hierro,

de modo que metiéndolos en la tierra, y sacando parte de ella, se forma juicio de lo que encierra en su seno, y se halla con esto muchas veces la agua. Se hace de esta especie de taladros que agujerean las piedras que encuentran...... Si bajo de capas de tierra, de arena y de cascajo se encuentra una cama de arcilla, de marna ó de tierra fresca y compacta, se halla luego é infaliblemente una fuente ó venas de agua, que el ménos esperto sabrá aprovecharse bien de ellas.

»Este método de encontrar las aguas por medio de las barrenas, es de los mas ingeniosos y sencillos. Con él se están descubriendo fuentes á cada instante, y formando pozos sin tener el trabajo de hacerlos muy profundos. A poca costa y en breve tiempo se hacen subir las aguas á la superficie de la tierra, y aun algunos pies en alto. Todo el mecanismo de estas faenas se reduce á destinar el sitio en que se cree haber agua, y abrir un pozo de cinco ó seis pies de diámetro para poder estar un obrero que ha de cuidar de limpiar y vaciar la barrena cuando esté llena y se saca de la tierra. Despues de esto, se colocan dos maderos fuertes sobre la boca del pozo para sentar encima de ellos una grua, ú otra máquina semejante para poder sacar la barrena fácilmente. Dispuesto esto así, se toma una barrena pequeña y se coloca en el fondo del pozo perpendicularmente, y empiezan dos hombres á darle vueltas, taladrando y penetrando la tierra. Cuando se juzga que está llena la barrena, se saca con el instrumento y se limpia. Habiendo esta entrado diez ó doce pies, se toma otra mas gruesa, y se practican con ella las mismas operaciones que con la pequeña. Hecho esto, se mete en el agujero un tubo de madera de roble ó encina para contener la tierra. La barrena pequeña, que se empléa hasta encontrar la agua, suele tener por la estremidad de abajo dos pulgadas de ancho y la gruesa tres y media. Despues de haber introducido el tubo de madera en el agujero, se mueve la barrena hasta que entre toda, y despues de haberla sacado y limpiado como antes, se vuelve á introducir habiéndole unido una barra de hierro; y á esta, otra conforme se necesite, pudiendo penetrar hasta la profundidad de doscientos pies si conviniere. La disposicion de estas barrenas y barras de hierro debe ser en esta forma: la barrena, que será del mejor hierro que se halle, suele tener dos pies de largo, y las barras con que se asegura, tienen por lo comun, diez ú once pies de longitud. Estas de ordinario suelen ser redondas, de una pulgada de grueso ó mas, segun la bondad del hierro y conforme sea la fuerza de los obreros. Habiéndose hallado

la agua con la barrena pequeña, se usa la grande para facilitar la corriente y abundancia. Si al tiempo de taladrar se tropezase con guijarros ú otras piedras, se valdrá de otra barrena hecha en esta forma. Tómese una barra de hierro de unas cuatro pulgadas de ancho, y dándole por la punta la figura de una lengua de pescado, se bate sobre el ayunque todo lo largo de dos pies, afilando los dos lados á fin de que corte bien. Despues de esto, volviendo á poner al fuego el hierro que se batió, se debe retorcer hasta que se ponga del grueso de la pequeña, y se la hace tomar de esta suerte la forma de un tornillo ancho. Dándole esta disposicion se logra que la barrena trabaje tanto por la punta como por los lados, en cuyos huecos se meten los pedazos de piedra que se han desmenuzado, los cuales se quitan cuando se saca la barrena, y se repiten las operaciones de la misma manera que ántes. El mango de la barrena, que es de madera, suele tener tres pies y medio de largo. Las barras de hierro se unen unas con otras con tornillos, que tienen su macho y hembra en las extremidades. Para sacar la barrena, despues de quitado el mango, se aplica la máquina, asegurando en ella el estremo de la barra. Cuando se halla un sitio arenoso, se pone en el agujero un cañon de madera de encina; haciendo que pase todo el banco de arena, la que se saca con otra barrena hecha en forma de cilindro hueco, que tiene una válvula en el estremo inferior, que se abre y se cierra al tiempo de dar vuelta en la arena, del mismo modo que un émbolo de bomba en el agua. Cuando se encuentra y se ha taladrado la tierra blanca, que llàman marga, sube el agua muchas veces entre la barrena con tanta velocidad que su ruido causa miedo, y hace huir á los peones del hoyo en que estaban trabajando. Y se logra finalmente con este método encontrar las fuentes en muchos sitios, ó construir pozos que dan las aguas en abundancia.

»Sobre los lugares que regularmente dan las aguas en mas abundancia se debe atender mucho á su situacion y á sus aspectos. Al pie de las montañas entre los peñascos y cascajos son las fuentes mas abundantes, mas frescas, mas saludables y mas frecuentes; porque agregándose las nieves y las lluvias en las tierras sobre la superficie de los montes, y penetrando insensiblemente hasta las concavidades interiores, llenan las cavernas, las grietas y los receptáculos subterráneos y deslizan las aguas por las divisiones y aberturas de las peñas, por el cascajo ó arenas gordas y por los canales naturales que salen fuera. Se debe siempre cavar al pie de las montañas y pendientes que miran al septentrion, porque estos lugares no estan-

do casi nada expuestos á los rayos del sol, las montañas haciendo sombra sobre sí mismas, y los rayos del sol cayendo sobre el terreno por poco tiempo y muy oblicuos, dan de ordinario mucha agua. Se puede esperar dice *Belidor* (*Arq. Hidraul.* II pág. 341) encontrar agua á lo largo de los montes expuestos á los vientos húmedos. Se debe notar tambien que las cordilleras muy escarpadas dan ménos aguas que las otras. Por lo contrario, las montañas que tienen sus vertientes suaves, y que se hallan cubiertas de un verde hermoso, encierran por lo comun una cantidad de venas cuyas aguas reunidas son abundantes y sanas. Es evidente que por cualquier parte que se profundice la tierra, se encontrará la agua; y que siempre que se haga subir, se podrá conducir á donde convenga........

»Para proporcionar aguas para los riegos pueden establecerse en ciertos parajes estanques y diques para recibir las aguas de las lluvias ó de las nieves que se deslizan de las cordilleras y peñas............ Para construir estos depósitos ó balsas, de manera que conserven el agua, es menester tomar algunas providencias. Este elemento busca continuamente su salida y lo logra por el mas leve resquicio; pero estas precauciones no deben intimidar á nadie. Los sitios en que se establecerán estos receptáculos deben ser en tierras que retengan la agua. De esta suerte, para cerrar el depósito, bastará hacer una calzada de la misma tierra que se habrá cavado, ó un dique ó pared de piedra, estando los otros tres lados casi cerrados por la hondura ó barranco."

7 En la pág. 62 del Tomo 15 del *Semanario de Agricultura y Artes*, bajo el epígrafe de *Modo de hacer los pozos en Flandes*, se pone lo siguiente: "Despues de reconocido el terreno por inteligentes que puedan congeturar prudentemente que hay aguas por la situacion y demas circunstancias, se taladran con una gran barrena: en en el hoyo que esta hace, se hinca verticalmente un madero hueco; luego, se vuelve á taladrar de nuevo la tierra con la barrena; y sacada, se baja mas el madero ó cilindro hueco. Con la barrena se taladran las capas de toba, de piedras, rocas, &c.; y cuando se llega á obstruir, se saca para desostruirla. Al cabo de algun tiempo, por que es operacion larga, y añadiendo nuevos trozos ó barras de hierro á la barrena, asegurados unos con otros, se penetra hasta mucha profundidad, y rara vez dejan de encontrar agua. Si esta se halla estancada, de suerte que parte de ella esté mas alta que el nivel del suelo sale con fuerza por el taladro y salta fuera. De esta manera hizo *Dufour* una fuente tan copiosa, que basta para cuanto se

necesita en una fábrica de papel del pueblo de Curtalin. Si se encuentra el agua baja, no se levanta regularmente mas que hasta la mitad del taladro, y entónces queda hecho un pozo. Si se hace el taladro con conocimiento á la falda de un monte, se puede esperar que salga una fuente; pero en los valles y llanuras distantes de los montes solo se puede contar con hacer pozos.

»Cuando se seca un pozo, se barrena su fondo y sube el agua, que se encuentra mas abajo, por el cilindro hueco de madera que se ha dicho..... Se ha visto dar agua á muchos pozos barrenando hasta veinte ó treinta pies mas abajo de sus fondos......"

8 Ahora me correspondía insertar mis trabajos extraidos de los escritos de *Mr. Garnier* y de *Mr. Hericart* de *Thury*; pero como todo lo relativo á esta materia se halla perfectísimamente traducido por el *Sr. Don Cristobal Bordíu*, Secretario que ha sido de la *Junta de Fomento*, y en la actualidad Oficial de la *Secretaría de Estado y del Despacho del Fomento general del Reino*, omitiré lo que yo tenía trabajado, recomendando del modo mas eficaz y positivo el estudio de las obras que sobre este punto ha publicado, y son las siguientes: *Tratado de las Fuentes ascendentes ó de las varias especies de terrenos en que pueden buscarse aguas subterráneas*; escrito en frances *por el Sr. Garnier*, *Ingeniero en Gefe del Cuerpo Real de Minas*, *traducido y aumentado por C. B.* Obra dedicada, con muchísima razon, al *Excmo. Sr. Don Luis Lopez Ballesteros*, que mientras ha permanecido en el Ministerio de Hacienda, no ha perdonado medio ni fatiga para promover la prosperidad de nuestro pais. Ademas de esta obra interesantísima, ha publicado el *Sr. Bordíu* dos cuadernitos de adiciones al *Tratado de Fuentes ascendentes*. El n.° 1.° contiene la traduccion de varios escritos por el *Sr. Vizconde de Hericart de Thury*; y en el n.° 2.° pone la traduccion de otros escritos interesantes del mismo *Vizconde*, inserta varias noticias y observaciones sobre los taladros que, para establecer fuentes ascendentes, se han hecho en Málaga, y la parte primera del *Tratado del beneficio de las Minas de carbon de Piedra y de las aplicaciones industriales de este combustible*: *siendo de desear el que publique* lo que falta de dicho Tratado, por su mucha importancia y trascendencia.

CAPÍTULO II.

Resúmen Histórico acerca de los pozos artesianos ó fuentes ascendentes; exámen general de los casos que pueden ocurrir; y motivos que yo tuve en 1819 para desechar esta idea como no realizable en las inmediaciones de Madrid.

9 Es un hecho, reconocido generalmente, y de que yo me he convencido en mis viages, que en la parte litoral del Norte de la Francia, en Flandes, en la Bélgica y en la Holanda, hay muchos parages que se hallan mas bajos que el nivel del mar; de aquí resulta que cuando se abre un pozo, que llega á comunicar con un depósito subterráneo de agua, ya se halle esta comprimida por la del mar á donde desaguaría si estuviese el mar mas bajo, ya se halle comprimida por un depósito mas alto que ella, en cualquier parage de la tierra, ya se verifiquen estas dos circunstancias á un mismo tiempo, resulta que el agua sube en virtud del principio de que hemos hablado (§ 17 Lib. 6) hasta la altura del depósito; y hallándose la superficie del terreno mas baja que la del depósito, y aun que la del mar, elevarse un surtidor. Este fenómeno se suele presentar tambien á mucha distancia del mar, como sucede naturalmente cerca de Orleans, y tambien en la fuente *Vaucluse* cerca de Avignon. Se notó, que si la boca ó salida del agua se estrechaba, ya fuese natural ó artificialmente, el agua subía mas; de donde provino la idéa de que, aun en parages que no estuviesen mas bajos que el nivel del mar, si se abriese un pozo, y en su parte mas profunda se pusiese un tubo que recibiese el agua, teniendo comunicacion con un depósito mas elevado, resultaría que por el estremo del tubo se formaría un surtidor, lo cual se verificó por la primera vez con asombro de todos en el *Condado de Artois*; y originó el que estos pozos los clasificaron, unos bajo la denominacion de *pozos artesianos* atendiendo al parage donde por primera vez se hicieron con admiracion y éxito felíz; y otros, los denominaron *pozos taladrados* (puits forés), atendiendo al modo con que se abrían, á la manera de un taladro ó barreno: y en español se espresan, con mucha propiedad bajo la denominacion de *fuentes ascendentes*, como ha hecho muy oportunamente el *Señor Don Cristobal Bordíu* en la escelente traduccion del *Tratado* sobre esta materia publicado en francés por *Mr. Garnier* en 1826. Este Tratado es una segunda edicion, mas completa que

la memoria que ganó el premio de doce mil rs. propuesto en 1818 por la Sociedad *de Fomento* de París. Y es bien particular, que al mismo tiempo que en el año de 1818 y 1819 en que yo me ocupé de esta materia, con motivo de la nivelacion que hice para examinar si era posible conducir aguas á Madrid, y que yo deseché esta idéa para la localidad de esta corte, *Mr. Garnier* en Arras se estaba ocupando de escribir esta memoria premiada; y que siguiendo su doctrina se ha conseguido en muchos parages el tener fuentes ascendentes, y no en otros, como se ha verificado en cuatro que se han abierto en las cercanías de Madrid, que no han surtido buen efecto; lo cual confirma el fundado motivo que yo tuve para desecharlos y no hablar de ellos en la memoria que presenté á S. M. en 1819, y que se halla impresa en los Mercurios de setiembre, octubre, noviembre y diciembre de 1824.

10 El hecho, por el cual se ha llegado á renovar con ensusiasmo esta idéa, es el siguiente. A legua y media de París, un poco ántes de *Saint-Ouen*, que es el parage donde *Mr. Terneaux* tiene sus establecimientos, se trató de hacer un gran estanque, á que los franceses llaman *Gare*, por una compañía, á cuya *cabeza* se hallaba *Mr. Ardouin.* Con el objeto de ver si podían aumentar el agua de este depósito, sin tenerla que levantar toda del rio Sena, abrieron dos pozos artesianos ó fuentes ascendentes á principios de 1829 en la forma siguiente. Se hizo un taladro de doscientos pies con la barrena del sondador ó minero, á cuya profundidad se encontró el agua efectivamente; y puestos los tubos, se elevaba sobre el terreno unos seis pies, se formó una taza de fuente con su surtidor, análoga á las cuatro fuentes del Prado de Madrid, sin mas diferencia que estar mas baja la taza. Encontraron tambien otro manantial de agua, que la elevaba como á unos 8 pies ménos que la superficie del terreno. Este fenómeno, á la verdad, era muy digno de admiracion; y con solo el objeto de facilitar el que los habitantes de París pudiesen verlo, se puso una diligencia desde el centro de la poblacion para dicho parage. Los Españoles, que entónces se hallaban en París, animados de los mejores deséos, concurrieron, así como la mayor parte de los habitantes y transeuntes residentes en aquella capital; y todos hacían sus observaciones y señalaban los parages de España en que podrían ser mas ventajosos.

11 Concluido el un pozo, se hizo otro como á unos 40 pies de distancia del primero; y sin necesidad de profundizar mas que 181 pies, se halló el agua que se elevaba á la misma altura sobre el

suelo que en el otro; y se formó allí otra fuente igual, y aun subsisten ambas en la misma forma, segun me ha dicho mi amigo *Don Diego Alvear*; pues cuando yo salí de París todavía no habían puesto la taza de la segunda fuente, aunque ví salir el agua.

En París se han hecho despues hasta unos 20 con buen éxito, habiendo uno hácia *S.t Denis* que eleva el agua como unos 15 pies.

12 Como la importancia de proporcionar aguas en España es tan notoria, tanto los particulares como el Gobierno, llevados del mejor celo, procuraron hacer ensayos; y en efecto, se han hecho dos pozos por via de ensayo, hácia el camino de Fuencarral, que no habiendo surtido efecto, parece que los han vuelto á cubrir; se ha intentado despues repetir el ensayo en las cercanías de la Plaza de los Toros, y en el Campo del Moro entre Palacio y el Rio Manzanares. Este lo presencié yo; pues bajaba dos veces por semana, á pesar del mal tiempo; lo profundizaron hasta unos 200 pies; encontraron agua, pero no agua que subía; y habiendo enfermado y despues fallecido el sugeto que los promovía, se pararon sin haber obtenido efecto alguno.

13 Yo he practicado algunas diligencias para ver si me podría proporcionar un apunte de las capas de tierra, roca ó arena que encontraron; pues este conocimiento era de mucha importancia para saber la naturaleza del terreno sobre que está Madrid; y de dicho conocimiento se podría sacar mucha utilidad, y no quedar estéril. En efecto, por tres puntos dados en el espacio, se puede fijar y determinar la posicion de un plano y su ecuacion (§ 192 II T. E.); por manera, que si en tres de los pozos se hubiese encontrado, por ejemplo, una misma capa de arcilla, ya fuese propia para alfarería, ya para materiales de construccion como ladrillos, baldosas, tejas, ó para mezclarla con las tierras de la superficie y mejorarlas para los usos de la Agricultura &c. &c.; como estas capas se suelen estender por mucho espacio de terreno, en cualquier otro parage de la misma formacion, podríamos determinar matemáticamente la profundidad á que se hallaba la espresada capa, y saber casi con exactitud los gastos que originaría el esplotarla ó beneficiarla. Lo que decimos de una capa de arcilla puede aplicarse igualmente á una capa de marga, de arena, de roca útil para la construccion &c. &c.; y esto podría originar ventajas de diversa naturaleza; pero todas provechosas.

14 El conocimiento del cuarto pozo, podría servir de comprobacion, y para asegurarse de un modo mas positivo, de la formacion de estos terrenos. Por todo lo cual, si las personas á cuyo cargo cor-

rió la abertura de estos pozos conservasen algunos apuntes, y los publicasen ó me los diesen, podrían resultar de ello ventajas considerables.

15 Sentado esto, voy á poner aquí la serie de ilaciones que me condujeron á desechar este pensamiento en 1819, como no posible en las inmediaciones de Madrid. Para lo cual, debo advertir que cuando tuve esta comision, solo existían sobre los pozos artesianos (*puits forés*) ó *fuentes ascendentes* las cortas nociones que hemos insertado en el capítulo anterior; y no existía un cuerpo de doctrina como la hay en el dia en la preciosa obra de *Mr. Garnier* traducida por el *Señor de Bordíu*, pues que en 1819 era la época en que dicho Autor la escribía. Al hacer mis reconocimientos para elegir el mejor camino que yo debía seguir en dicha nivelacion, llegó á mi noticia la existencia de la *laguna de Peñalara* en lo alto de las cordilleras de Somosierra, entre Buitrago y el Real Sitio de San Ildefonso, no muy distante de San Antonio de la Cabrera. La existencia real y efectiva de esta laguna en un parage tan alto, y los conocimientos geognósticos que yo había adquirido, en la Cátedra de Mineralogía, desempeñada por mi muy apreciado Amigo y Catedrático *Don Donato García*, me hicieron concebir la posibilidad de que estas aguas podrían tener communicacion subterránea por las capas de terreno que pasasen por debajo de Madrid y de sus inmediaciones. Y esta posibilidad, de que yo no dudaba, combinada con la doctrina que entónces existía de dichos pozos artesianos ó fuentes ascendentes, llamaron mucho mi atencion, y fueron el objeto de mis continuas meditaciones por espacio de mucho tiempo. En efecto, para fijar mas las idéas, supongamos que la línea ondeada *BCDEFGHI* (fig. 100 lám. 11) representa el corte ó seccion del terreno que hay desde la espresada laguna de Peñalara, que representamos en *A*, pasando por Madrid, hasta el mar que señalamos con *M*. Desde luego se deja conocer que distando Madrid unas nueve leguas de dicha laguna, y distando del mar mas de 50 leguas, la parte inferior debería ser mas larga todavía, para que el corte se representase con propiedad; pero como no llevamos mas objeto que el de dar á conocer el curso subterráneo que pueden tener dichas aguas, basta la figura como está para el espresado objeto. Se sabe de positivo, que hácia la derecha de dicha laguna ó por la falda de la montaña opuesta á la que representamos, nacen los manantiales que dan orígen igualmente que ella, al rio Lozoya y á otros riachuelos; lo cual mas bien indica que las capas de dichos terrenos guardan la posicion que señalamos en *K*, y que por lo mismo en esta

disposicion de capas ni una gota de agua de la laguna de Peñalara podría pasar á la parte de acá, que se ve en la figura; y á la verdad que en toda la falda, que representamos, se hallan muy pocos manantiales. Pero como no sabemos cual es en efecto la direccion de estas capas, se representa como posible, por ejemplo, el que su disposicion fuese tal, que hubiese una capa de agua que siguiendo la direccion *abc* terminase en un depósito *D* que no tuviese salida, ya por variar la disposicion de las capas, ya por cualquiera otra disposicion del terreno en la parte inferior; de manera que el depósito *D* solo tuviese comunicacion con la laguna. En esta hipótesis, no hay duda que si hiciéramos en *E* un taladro, y pusiésemos un tubo *tE*, resultaría en *E* un surtidor que elevaría las aguas con arreglo á la espresion (ec. 145 lib. 3) á una altura muy considerable, y podríamos aprovechar esta agua para el abastecimiento de Madrid y necesidades de la Industria y Agricultura. Mas esta disposicion del terreno, y esta comunicacion y depósito de agua subterránea, aunque está en lo posible, absolutamente hablando, es de una probabilidad tan sumamente remota, que en mi concepto, atendiendo á todas las circunstancias locales, no es realizable; por lo que deseché esta idéa en 1819 como no adaptable para Madrid, y nada hablé sobre este particular en mi espresada Memoria.

16 Para dar á conocer la necesidad, que hay de poner tubos para el ascenso del agua, observarémos que si sobre la roca *mn*, que supondrémos cubrir el depósito, hubiese una capa de arena, como se ve en *rs*, aunque se hiciese el taladro hasta *t*, en llegando el agua hasta *n* se esparramaría en toda la capa de arena, y subiría mucho *ménos*, ó acaso no pasaría de dicha capa; por lo cual hay precision de poner los referidos tubos.

17 Otro de los casos posibles, que pueden suceder, es que el agua de esta laguna, por las cavidades ú oquedades de los terrenos, y la posicion de las capas, vaya por *def* á formar en *I* un manantial. En este caso, si la disposicion de la laguna ó parage, de donde parte esta agua, es tal que por *I* pueda salir toda la cantidad de agua que sea capaz de recibir esta comunicacion por el parage *d*, nos hallamos en el caso del esperimento de *Bossut* ya citado (§ 22 Lib. 6); y aunque abramos en *F* un taladro, y supongamos que va á dar á la misma corriente de agua *def*, en el caso espresado, no subirá el agua; por lo cual, deseché tambien la idéa bajo esta consideracion.

18 Tambien se presentaba como posible el que siguiese el agua una comunicacion subterránea *ghi*, que fuese á tener salida debajo de la

superficie del mar, pero á poca profundidad como en *k*; en este caso, si la magnitud de la salida *k* era proporcionada á la magnitud de entrada *g*, nos hallábamos tambien en el caso del esperimento de *Bossut*; y aunque se abriese en *G* un taladro, que llegase á encontrar en *i* á dicha corriente subterránea, no subiría el agua; por lo que tampoco era realizable su ascenso; y en su consecuencia deseché tambien esta idéa.

19 Pero si la comunicacion subterránea *ghi* del agua, en vez de ir á desembocar en el mar, cerca de la superficie, lo verificase á una gran profundidad, como si desde *i* siguiese la direccion *ilpq* y fuese á desembocar en el mar en *q*, podría suceder entónces que abriendo un taladro en *H*, que fuese á encontrar en *l* á dicha corriente, se elevase el agua en un surtidor como representa *z* en la figura. En efecto, aunque el nivel *M* se halla mas bajo que el punto *H*, sin embargo, como el agua del mar suele tener mayor peso específico que el agua corriente en la superficie, y aun que la que pasa por lo interior del Globo, en virtud de lo demostrado (§ 531 Mec.), el agua subirá por el tubo *lH* á una altura que guardará con *qM* la relacion inversa de los pesos específicos ó densidades del agua del mar, y del agua que suponemos en *l*. Ahora bien, le densidad ó peso específico del agua del mar, en virtud de la tabla (pág. 391) de las *adiciones á las cartas de Euler* por el *Señor Don Juan Lopez de Peñalver*, es 1,0263 respecto del del agua destilada, que se toma por unidad; el agua, por lo general, tendrá en *l* menor peso específico que la del mar; y si para dar un ejemplo, suponemos que su densidad ó peso específico sea 1,0143 que es la de la fuente de la Cibeles de Madrid *, y que podrémos suponer ser la misma que la de la laguna de Peñalara, tendrémos que la altura á que se elevará el agua en *l* se determinará por esta proporcion 1,0143 (densidad ó peso específico del agua que suponemos en *l*) : 1,0263 (densidad ó peso específico del agua del mar) : : *qM* (longitud ó altura de la columna de agua del mar, que pesa sobre el punto *q* en que suponemos desagua el conducto) : *lz* (altura á que se elevará el agua

* Como en investigaciones delicadas, es preferible á cualquier otro medio el adoptar resultados de toda confianza, debidos á personas de mérito reconocido, me he valido de los pesos específicos deducidos de esperimentos directos por *Don Miguel Piñol*, Químico ilustrado y Profesor acreditado de Farmacia en esta Corte; y de ellos resulta, para el peso específico del agua de la fuente de la Cibeles de Madrid 1,0443 respecto del del agua destilada; y para el del agua de la fuente de San Antonio de los Portugueses, que se puede reputar la mas cargada de materias estrañas, como cal, yeso &c. 1,0353.

en l). Por manera, que si suponemos que la altura qM sea de 3000 pies, resultará para la altura lz el número 3035 pies; luego el agua en el tubo lH subirá 35 pies mas alta que el nivel del agua en el mar. Ahora bien, si el punto H se hallase 35 pies mas alto que el nivel del mar, el agua rebosaría por H como un manantial; si el referido punto H se hallase ménos de 35 pies mas alto que el nivel del mar, estando por ejemplo á 30 pies sobre dicho nivel, el agua podría formar un surtidor en H que se elevaría 5 pies sobre el terreno, por ejemplo hasta z; y si el punto H se hallase mas alto que el nivel del mar, por ejemplo 60 pies, entónces solo podría llegar el agua hasta el punto z' quedándose 25 pies mas baja que H, donde podrá surtir con mucha abundancia un pozo; pero en manera alguna podrá subir hasta el punto H.

20 Ahora bien, la altura de Madrid sobre el nivel del mar, determinada por mí, es segun la tabla del (§ 46 Lib. 1.º) 2394 pies españoles; y suponiendo las mismas densidades ó pesos específicos del agua ya citados, sería necesario para determinar la altura qM á que debería ir á desembocar el agua en el mar, que llamando x la parte lx interceptada en la lH por la línea horizontal tirada desde el nivel del agua en M, se tuviese la siguiente proporcion: $1{,}0143 : 1{,}0263 :: qM=lx=x : lH=lx+xH=x+2394$; que dividiendo (§ 183 I C), se convertirá en $0{,}012 : 1{,}0143 :: 2394 : x = 202352{,}85$. Luego la lx ó su igual qM debería ser de 202352,85 pies, que hacen algo mas de 10 leguas de á 20000 pies. La probabilidad de que el punto á que vaya á desaguar al mar, la corriente subterránea $ghilpq$ á tal profundidad es muy remota; por lo cual debí tambien desechar, y deseché en efecto semejante idéa.

21 Si la densidad ó peso específico del agua, que corriese por $ghilpq$ fuese mayor que la del mar, como se verificaría por ejemplo, si fuese igual á 1,0353 que es la de la fuente de San Antonio de los Portugueses de Madrid, entónces de ninguna manera podría elevarse el agua hasta el punto H, cualquiera que se supusiese la profundidad qM.

22 Por lo cual, resulta de toda esta discusion, que de los ocho casos que pueden ocurrir, solo son admisibles, absolutamente hablando, el del párrafo 15 y los dos primeros del 19, sin que ninguno sea probable. Por este motivo, deseché enteramente semejante idéa, habiendo manifestado la esperiencia el sólido fundamento de mis raciocinios.

23 La idéa general que, por abrazar todos los casos, me hizo

desistir en un todo del pensamiento de surtir de aguas á Madrid por el procedimiento de pozos artesianos ó fuentes ascendentes, fué la siguiente; cualesquiera que sean las salidas ó comunicaciones subterráneas que tengan las aguas de la espresada laguna de Peñalara, el hecho es que las salidas están proporcionadas á sus entradas ó presiones; pues si esto así no se verificase, y las salidas fuesen mayores por ejemplo, se vaciaría la laguna; y si las salidas fuesen menores, la laguna se llenaría y rebosaría; pero la laguna permanece casi constantemente con la misma cantidad de agua; luego esto prueba que las salidas, cualesquiera que sea su naturaleza, y el rumbo que sigan los conductos, comunicaciones ó corrientes de las aguas, están proporcionadas á las entradas ó presiones, carga &c.; y en su consecuencia, en virtud del esperimento de *Bossut*, aunque llegásemos por medio de taladros á encontrar todos los conductos de agua, no por esto lograríamos elevarla.

CAPÍTULO III.

Complemento de la teoría y práctica de los pozos artesianos ó fuentes ascendentes: dando á conocer el principio científico que no se ha tenido hasta ahora en consideracion, y por cuyo medio se pueden hallar de antemano por los conocimientos matemáticos los parages en que será posible el ascenso del agua.

24 El buen éxito de una *fuente ascendente ó pozo artesiano* depende de dos cosas: 1.ª de encontrar agua en el seno de la tierra; y 2.ª de hacer que estas aguas suban hasta la superficie terrestre ó algo mas. La primera circunstancia está perfectísimamente desempeñada en la obra de *Mr. Garnier*, que, repetimos, se halla excelentemente traducida por el *Señor Don Cristobal Bordíu*; pero la segunda no se indica en parte alguna. El efecto de la subida del agua es un efecto matemático, que no se puede verificar, sinó en virtud de las leyes de la *Hidrostática* é *Hidrodinámica*; y este punto ni aun remotamente se toca en ninguna de las obras que existen sobre este particular; y ántes por el contrario se encuentran frases y expresiones absolutamente contrarias. En efecto, cuanto se dice en los libros de *hallar corrientes de aguas subterráneas que se elevarán etc.* todo es equivocado; *pues si las aguas corren en lo interior de la tierra, no suben, en virtud del citado esperimento de Bossut.* Para que suban, es indispensable que estén en reposo,

es decir, que estén estancadas, ó que si tienen algun movimiento, la salida que naturalmente tengan, no sea suficiente á que salga por ellas la que reciben los conductos, y viene á equivaler á estar casi en reposo. Ademas, se necesita que el depósito se halle mas alto que la superficie del terreno donde se hace el taladro.

Para que se comprenda mejor cuanto vamos á decir, pondrémos aquí la parte conveniente de la lámina *I* que pone el *Señor Vizconde de Hericart de Thury* en el *Programa de un concurso para el taladro de pozos por el método artesiano, seguido de consideraciones geológicas y físicas acerca de la colocacion ó disposicion* de las aguas *subterráneas relativamente á la subida de las fuentes artesianas, é investigaciones sobre los pozos taladrados* (puits forés) *en Francia por medio de la sonda*, impreso en 1828 de órden de la *Sociedad Real y Central de Agricultura*, de que era entónces Presidente dicho Autor.

25 La parte de la espresada lámina es el rectángulo *MNPQ* (fig. 101 lám. 11); y la esplicacion que le corresponde pág. 57 de dicha obra, es literalmente la que sigue. "Los pozos taladrados *A'*, *A''* y *A'''* que bajan hasta la capa, vena ó sábana (nappe) de agua *aa* alimentada por el derramamiento del depósito *A*, darán en el pozo *A'* aguas ascendentes que llegarán á la superficie de la tierra, mientras que en el pozo *A''* se elevarán mas arriba, y en el pozo *A'''* se detendrán mas abajo del terreno, quedándose en cada uno de estos pozos á una altura proporcionada á la del nivel *A* del depósito."

26 Esto se verificará en el caso de que dichas aguas no tengan salida alguna, como si supusiéramos que las líneas, que forman el marco *MNPQ*, y principalmente la *MN* de la figura, presentasen un obstáculo al paso ó corriente del agua, que es lo que tácitamente supone *Mr. Hericart de Thury*. Pero este caso no es el que presenta la naturaleza; y lo que se verifica real y efectivamente es, que estas capas siguen su posicion, ó hasta que toman otra direccion por algun trastorno del Globo, ó continúan su curso natural hasta que llegan á salir formando manantiales, ó terminando en el mar á mayor ó menor profundidad. De modo, que el caso que presenta la naturaleza es el que figuramos al lado por el rectángulo *GHKL* en que la corriente de agua *Aaa* vendrá á formar un manantial en *h* ó á desaguar en el mar como en *k*. Este es el caso que nos presenta la naturaleza, á no ser que en algun parage se formase un depósito sin salida como se ve en *D* (fig. 100 lám. 11); y sería, no solo muy estraordinario, sinó tambien muy difícil dar con él; y si es-

ceptuamos este caso, rarísimo á la verdad, en todos los demas, si las salidas *h*, *k*, son proporcionadas á la presion ó carga de sus respectivos depósitos, en términos que saliendo la cantidad de agua que estos suministran, queden á la altura constante de su nivel respectivo, entónces aunque se abran los taladros $A'A'$, $A''A''$, $A'''A'''$, no subirá el agua en virtud del citado esperimento de *Bossut*, y en el caso de que suba al principio alguna cantidad, como entónces entre la salida, y la que ahora proporciona el pozo, dan mayor cantidad de agua que la que salía solo por la abertura ó salida natural, cuando el nivel se mantenía constante, bajaría el nivel de los depósitos, y llegaría un caso, en que cesaría de subir el agua, y no habría fuentes ascendentes. El único caso, que puede ser posible y realizable en virtud de los principios de la *Hidrostática* é *Hidrodinámica* es el que se representa en A'', ya por estar la superficie del terreno allí mas baja que el nivel del mar, ó ya porque en el caso de no estarlo, se equilibre el esceso de altura del terreno en $A''A''$ sobre el nivel del mar, en virtud del mayor peso específico del agua del mar que el de la vena *Aaa*; ó al ménos que la presion de dicha columna de agua del mar, junta con el obstáculo que presentan á la salida los rozamientos de los conductos, se equilibren con la presion que causa la columna de agua desde el depósito *A*.

27 Este es el motivo por el cual los parages, en que se ha verificado la realizacion de los pozos artesianos ó fuentes ascendentes, están poco elevados sobre el nivel del mar, pues que el Artois, la Flandes, &c. en que mas se han hecho, no solo se hallan poco elevados sobre dicho nivel, sinó que en algunos parages están mas bajos; y las cercanías de París, donde se han realizado tambien con buen éxito, solo se hallan á unos 40 pies sobre el espresado nivel del mar.

28 Hay ademas otra circunstancia que puede favorecer el ascenso del agua con arreglo á *principios matemáticos*, y es la siguiente. El agua, en lo interior de la tierra está por lo general mas caliente que en la superficie segun hemos expresado (§ 384 L. 3); el agua del mar á cierta profundidad, se halla en el *máximo* de su condensacion como hemos visto (§ 386 L. 3). Por consiguiente, podrá suceder que la menor densidad que tenga el agua en la fuente ascendente, ó pozo taladrado, combinada con la del *máximo* de densidad que tiene el agua del mar, compense la mayor altura de un terreno sobre el nivel del mar para formar una fuente ascendente. Propongámonos determinar, con arreglo á esta circunstancia,

y análogamente al cálculo hecho para Madrid (20), la profundidad del mar á que ha de ir á parar la vena de agua que alimenta las fuentes ascendentes ó pozos artesianos de *Saint-Ouen* cerca de París. El agua, que suministraban dichos pozos, salía caliente; yo la probé al gusto y al tacto, y me parece que su temperatura sería como de unos 40 grados. Veamos el modo de plantear este cálculo con arreglo á este dato; pues podrá servir de tipo para todos los de la misma especie. Por la tabla del volúmen ó peso del agua, inserta en la página 366 del tomo 4.° de las *Cartas de Euler á una Princesa de Alemania*, traducidas al Español por el *Señor Don Juan Lopez de Peñalver*, consta que la mayor densidad del agua, que es la correspondiente al grado 2,736 del termómetro de Reaumur, es 1,0000746. La densidad del agua á 40 grados de dicho termómetro, que me parece ser la temperatura que tenía dicha agua cuando la probé, es 0,9878544; por consiguiente, llamando x la altura de la columna de agua que carga sobre el punto de salida, en el mar, de la vena que suministra la de los pozos de *Saint-Ouen*; tendrémos que la altura de la columna de agua que carga sobre dicha vena en lo mas profundo del pozo, se compondrá de la misma altura x mas los 40 pies, que se hallará mas elevado que el nivel del mar aquel parage; debiéndose agregar tambien los 6 pies de altura del agua sobre el terreno; con lo cual la proporcion del párrafo (20) se convertirá en este caso en $0{,}9878544 : 1{,}0000746 :: x : x+40+6$; que dividiendo (§ 183 I C), resultará $1{,}0000746-0{,}9878544 : 0{,}9878544 :: 46 : x$; y hallando el cuarto término x (§ 250 Ar. de N.), se tendrá $x = \dfrac{0{,}9878544.46}{0{,}0122202} = \dfrac{45{,}4413024}{0{,}0122202} = 3718{,}54$ pies; lo cual nos quiere decir que considerando la cuestion bajo este aspecto, bastará que la mencionada capa de agua vaya á desembocar al mar á una profundidad de 3718,54 pies.

29 Cuando iba yo á visitar los pozos de *Saint-Ouen*, oí decir á algunos Españoles, con el mayor celo en promover el bien de nuestro pais, que estos pozos surtirían muy buen efecto en la Mancha, donde se presentan llanuras tan extensas, y donde el agua escaséa tanto; sin embargo, yo suspendo el juicio sobre este particular, al ménos hasta que se sepa la direccion de las capas terrestres en la Mancha; pues como el terreno de dicha Provincia, en virtud de la

tabla del (§ 46 L. 1.°) se halla mas de 2000 pies sobre el nivel del mar, viene á resultar la misma improbabilidad que respecto de Madrid. Pero hay otra circunstancia todavía. La madre ó lecho del Tajo, viene mucho mas profunda que el espresado terreno de la Mancha; luego si la direccion de las capas fuese tal, que sus partes inferiores tuviesen salida hacia el Tajo, no se verificaría bajo ningun aspecto el ascenso del agua; y si la salida estuviese hacia el mar, no se podría verificar el ascenso á no ir á parar á una profundidad grandísima, que se podría determinar análogamente á lo espuesto (20).

30 Mas el parage de España, donde hay mucha probabilidad de que se verifique la subida ó ascenso del agua, por medio de *fuentes ascendentes*, es en toda la Provincia de Sevilla próxima á lo que llaman *marismas*; pues hallándose todo aquel terreno á 10, 20, 30 ó 40 pies lo mas de elevacion sobre el nivel del mar, bastaría para que subiese el agua, el que las venas ó capas de agua que se encontrasen fuesen á parar á unos 3000 pies debajo del nivel del mar, ya se suponga que la diferencia de densidad provenga de la mayor ó menor pureza del agua como lo hemos supuesto (20), ya provenga de la diversa temperatura como lo hemos deducido (28); ó que la suma de los rozamientos unida á la presion del mar, fuesen capaces de equivaler á los 10, 20, 30 ó 40 pies de desnivel; y no sería extraño en este caso, el que se verificase que estas fuentes fuesen ascendentes y tambien intermitentes; esto es, que elevasen el agua periódicamente, siguiendo intérvalos análogos á los del flujo y reflujo del mar.

31 Lo mismo se verificará en todos los parages que no estén muy elevados sobre el nivel del mar; y he aquí la causa de que hayan producido buen efecto en Gerona y en Málaga; y si se examina el nivel y demas circunstancias del terreno, estoy seguro de que confirmarán cuanto sobre esta materia acabo de manifestar.

32 De todas suertes, para no proceder á ciegas en esta materia, lo que se debe observar, ántes de hacer un gasto de consideracion, es averiguar la altura del parage sobre el nivel del mar, y la direccion que hacia el llevan las capas; lo que se puede conseguir por los cortes ó aspecto de las montañas. Despues de este exámen, se investigará por medio de las proporciones (20 y 28) segun los datos mas ó ménos probables que se puedan adquirir, la profundidad del mar á que deberá ir á desaguar la vena de agua que se intenta elevar; y segun la mayor ó menor profundidad que resulte, se podrá for-

mar un cómputo mas ó ménos probable acerca de la posibilidad ó incertidumbre que presente la realizacion del pensamiento.

33 Hemos dicho (13) que el conocimiento de los pozos que se abriesen en un parage, por egemplo, en Madrid, podría servir para determinar en un parage cualquiera de las mismas cercanías, la profundidad á que se hallaría la misma vena de agua, ó la misma capa de arcilla, roca &c. &c.; y es indudable que los que poséan bien la Geometría Elemental y la Analítica podrán conseguir este objeto. Sin embargo, como este asunto se presenta como nuevo, y sobre él nada dicen los libros, que se manejan ordinariamente, no será inoportuno el dar aquí una ligera idéa, contrayéndonos al caso en que se hallen en línea recta los pozos hechos, y el que deseamos abrir. Supongamos que $ABCD$ (fig. 102 lám. 11) represante el corte de un terreno, y que AA' represente una vena de agua, ó veta de cualquier mineral, ya metálico, ya de carbon de piedra, ya de roca, tierra, marga, arcilla, arena &c. &c.; y que, abierto un taladro ó pozo en B se haya encontrado á 100 pies de profundidad esta veta, vena, capa metálica ó de roca &c.; esto es, que BB' sea de 100 pies. Supongamos que en C se haya hecho otro taladro ú abierto otro pozo, y que se haya encontrado la misma veta, vena &c. á 170 pies; esto es, que CC' sea de 170 pies; y que se desée saber la profundidad á que se encontrará la misma capa, vena, veta, &c. taladrando el terreno en el punto D que suponemos en la misma recta en que se hallan los pozos B,C para mayor sencillez y claridad. Para esto, observarémos que, pues conocemos los puntos B y C, podrémos determinar por medio de la nivelacion, lo que distan dichos puntos en línea horizontal, y su diferencia de nivel. Para que la cuestion sea de todo punto determinada, y sirva de ejemplo práctico, supongamos que hayamos encontrado por medio de la nivelacion, que la distancia horizontal Cm entre los puntos B y C sea de 250 pies; y que la diferencia de nivel Bm sea de 20 pies. Puesto que conocemos ó hemos determinado el punto D, nos será fácil tambien por medio de la nivelacion, determinar la distancia horizontal Dn entre D y C, y la diferencia de nivel Cn entre dichos puntos. Con lo cual, si, como es muy probable en una misma formacion geognóstica, la capa, vena, veta &c. sigue una misma direccion, la Geometría nos determinará la longitud ó distancia DD' á que encontrará en D' á la misma vena, veta ó capa, un taladro hecho en D. Para demostrarlo, supongamos que hayamos encontrado la Dn de 200 pies; y la Cn de 70. Concibiendo prolongada la Dn

hasta que encuentre en r á la BB' y por B' la horizontal $B'st$, nos resultará que tanto la nr como la $B's$ serán iguales con Cm; y tendrán estas tres líneas 250 pies. Teniendo 100 pies la BB' y 20 la Bm, resultará $B'm=80$ pies; y la ts, que es igual por lados opuestos de paralelógramo con Dn, nos resultará de 200 pies. Puesto que Cs ha de ser igual y paralela con mB' por lados opuestos de paralelógramo, y mB' es de 80 pies; se tendrá que $Cs=80$ pies; por lo que $sC'=CC'-Cs=170-80=90$. Y pues que las líneas, verticales CC', DD' se pueden considerar como paralelas en una corta extension de terreno (§ 162 Mec.), en el triángulo $B'tD'$ tenemos que la sC' es paralela á la base tD'; y por lo mismo (§ 476 I T. E.) será proporcional con la misma base; de manera, que en virtud de lo allí demostrado, tendrémos; $Bs : B't :: sC' : tD'$; pero $B's=$ $=Cm=250$; $B't=B's+st=Cm+Dn=250+200=450$; y $sC'=90$; luego si sustituimos estos valores en la proporcion de arriba, se tendrá $250 : 450 :: 90 : tD'$; que hallando el cuarto término (§ 250 Ar. de N.) resulta ser $tD'=162$.

Ahora $tD=ns=Cs-Cn=mB'-Cn=80-70=10$. Luego si al valor 162 hallado para tD' añadimos estos 10 pies, que es el valor de tD, nos resultará que $DD'=tD'+Dt=162+10=172$ será la profundidad que buscábamos; y por lo mismo podrémos calcular anticipadamente el coste que podrá tener el pozo ó taladro hecho en el punto D.

34 Prévias estas cortas nociones sobre este caso particular, juzgamos que en las demas circunstancias, podrán hacer igual determinacion los que poséan los conocimientos que tenemos manifestados tanto en nuestra Geometría elemental como en nuestra Geometría analítica. Todo lo cual, no solo es interesante para el punto de las aguas sinó tambien para todos las investigaciones de la Minería práctica.

35 Terminarémos este punto, manifestando que aunque no han tenido un éxito feliz, los pozos artesianos, que se han intentado abrir en las inmediaciones de Madrid, no por esto deben considerarse estos trabajos como de todo punto inútiles; por cuanto se han adiestrado los obreros en este género de ocupacion, que puede ser muy útil, no solo para establecer el mismo objeto en los parages adecuados, y hacer catas ó calas para buscar minerales, sinó para desaguar los pantanos y lagunas. Esta idéa se halla indicada en el artículo 4.° del capítulo 6.° adicional al Libro 5.° del *Herrerra* por *Don Francisco Martinez Robles*, pág. 51 del tomo 4.° y siendo de la mayor importancia su conocimiento, juzgamos oportuno el de-

tenernos algun tanto sobre este particular. Las capas terrestres, que son impermeables, esto es que no dan paso al agua, son únicamente las capas de arcilla y las rocas, pues todas las demas, ya sean arenosas, calizas, yesosas &c. &c. dan paso mas ó ménos al agua. Y como estas capas alternan por lo regular en los terrenos, segun puede verse en la obra de *Mr. Garnier* traducida por el Señor de *Bordíu*, hay una gran probabilidad de que, si en una laguna, ó lago, se hace un taladro por el sistema explicado en la obra que acabamos de citar, se llegará á una de estas capas; en este caso la laguna ó lago se desaguará ensanchando competentemente el taladro, ó haciendo varios: resultando ademas que en otros parages se aumentará el número y caudal de los manantiales. Para que se perciba bien esta idéa, supongamos que se intentase desaguar la laguna de Peñalara, que es la que designamos por *A* (fig. 100 lám. 11). Si la formacion del terreno en que reposa, fuese tal que se hallase en él una capa *DN* de esta naturaleza, esto es, de arena, cal, yeso &c., practicando un taladro *TN* hasta llegar á encontrarla, resultará que el agua de la laguna penetrará por él, é irá á formar un manantial en *D*; lo cual sería muy ventajoso en las cercanías de Madrid. No es muy difícil en la práctica, ántes de intentar hacer el taladro, el asegurarse de la posibilidad de hallar capas que sean permeables, observando los cortes de las montañas, y el que presentan los ribazos de los rios. Pero si no se tiene este conocimiento, debe hacerse lo siguiente. Se da principio al taladro; y como por este se sacan materias de las capas que se atraviesan, las mismas materias, que vienen en la barrena, dan á conocer la capa en que uno se halla; luego que se ha encontrado una capa permeable, se debe sacar la barrena y observar si va disminuyendo el agua de la laguna; en cuyo caso, no hay mas que abrir el número de barrenos ó taladros que sean necesarios; y como por tan sencillo medio, se conseguirá en muchas ocasiones el objeto deseado, repetimos que tanto con la traduccion de la obra de *Mr. Garnier* como con haber adiestrado á nuestros operarios en esta especie de trabajo, se ha hecho un beneficio importante.

LIBRO OCTAVO.

Influencia del agua en todas las operaciones de la Naturaleza; modo de suministrarla á los vegetales; preparaciones convenientes para que las aguas produzcan los mejores resultados en los usos domésticos, en las Artes y en la Agricultura; modo de evitar sus perjuicios cuando se acumula mas de lo conveniente; resultados generales acerca de la vegetacion en todos los puntos del Globo; y aplicacion de todos estos conocimientos para deducir cual es el primer paso que debe dar nuestro cultivo en España, para que con ménos trabajo y gastos, y aun sin separarse de nuestras prácticas ordinarias, se cambie repentinamente en prosperidad el estado decadente de nuestra Agricultura y Ganadería.

1 Cuando el Autor de la Naturaleza ha esparcido el agua con tanta profusion, es sin duda por su mucho influjo en la existencia de los séres, y en todas sus modificaciones. En la introduccion hemos indicado por mayor la influencia que egerce sobre los séres minerales, y la absoluta necesidad que de ella tienen los animales; y aunque tambien hemos hecho algunas indicaciones respecto de los vegetales, no son aun suficientes para que se pueda sacar el debido provecho de este preciosísimo líquido; y no siéndonos posible abrazar, al ménos en el estado actual de los conocimientos humanos, cuanto, sobre este particular se podría desear, nos contraerémos á espresar lo de mayor trascendencia, dividiendo este libro en siete capítulos. En el 1.º tratarémos de la influencia del agua en la vegetacion; mas como para esta importante funcion de la naturaleza, concurren simultáneamente otras varias circunstancias, y se debe recelar que no

estén bien determinados los límites á que se estiende el influjo de cada una, sería demasiado incompleto nuestro trabajo, si no hiciéramos algunas indicaciones acerca de los demas agentes, y no diésemos á conocer las leyes que resultan del conjunto de todos los conocimientos humanos, sobre las localidades mas convenientes á la plantas, y que se suelen comprender bajo el título de *Aritmética Botánica*, *Greografía Botánica* y otras denominaciones. En el 2.° se tratará del modo de filtrar las aguas; y prepararlas ó purificarlas, ya sea para los usos económicos y domésticos de los pueblos, ya para los de la Agricultura y ya para su empléo en las Artes. En el 3.° manifestarémos el modo mas conveniente de suministrar el agua á los vegatales, ó sea las diferentes maneras de regar que convienen segun las circunstancias. En el 4.° darémos á conocer diferentes usos y aplicaciones del agua, que no están suficientemente divulgados, y cuyo conocimiento es ventajoso propagar. En el 5.° nos propondrémos manifestar el modo de evitar los perjuicios que su demasía, en cualquiera de sus tres estados, podría originar. En el 6.° manifestarémos el modo de robar terrenos al mar y disponerlos para el cultivo; y el modo con que se efectúan los riegos en Lorca, cuya situacion geográfica se puede considerar como el punto medio entre nuestras provincias meridionales en que se halle establecido el regadío; y en el 7.° deducirémos de todo el conjunto de las leyes de la naturaleza, que nos son conocidas, y teniendo en consideracion el clima de España, su situacion físico-geográfica, y los conocimientos, recursos, facultades físicas, intelectuales y morales, usos y costumbres de los Españoles, cual es el primer paso, que se debe dar en el cultivo de nuestras tierras, para que se convierta repentinamente en prosperidad el estado decadente de nuestra Agricultura y Ganadería; lo cual podrá reputarse por algunos, acaso, como una *paradoja*; pero yo estoy tan convencido de las ventajas que producirá la resolucion de este importante problema, que aseguro, del modo mas positivo, que si se llega á establecer lo que propongo, resultarán á nuestros Agricultores y Ganaderos mas utilidades que las que hubiera producido el hallazgo de la *piedra-filosofal*, que por tanto tiempo buscaron en vano los Alquimistas.

Teníamos pensado poner otro capítulo relativo á las aguas minerales; pero, como nuestro objeto no es aglomerar lo que se halla en otros libros, sinó poner lo que falte para tener en castellano las noticias convenientes, no nos detendrémos sobre este particular, que está desenvuelto en la obra intitulada *Nuevo Manual de Hidrologia*

Quimico-Médica, ó Tratado analítico de las aguas minerales, segun sus diferentes especies y aplicaciones á las Artes, á la economía doméstica y á la Medicina, dispuesto con arreglo al opúsculo del Sr. Henry........ por el Licenciado Don José Benito y Lentijo, impreso en Valladolid el año de 1830.

CAPÍTULO PRIMERO.

Influencia del agua en la vegetacion; indicaciones generales acerca de los demas agentes que cooperan á esta importante funcion de la naturaleza; y consecuencias que se deducen de lo que se comprende en el dia bajo el título de Aritmética Botánica, Geografía Botánica &c. &c.

2 Hemos manifestado en la introduccion, que supondríamos conocido todo lo que el célebre Profesor *Don Antonio Sandalio de Arias* establece acerca del influjo del agua en la vegetacion; y aconsejamos de nuevo que se profundice lo mas posible el contenido de sus lecciones, y con especialidad la quinta y décima cuarta; pues con este conocimiento será fácil comprender cuanto vamos á incluir en este capítulo, que abrazará la parte mas esencial, en nuestro concepto, de las leyes generales que se han llegado á deducir acerca de los progresos de la vegetacion.

Con este fin, observarémos que desde los mas sabios Fisiologistas hasta los sugetos meramente destinados á las prácticas agrarias, todos se hallan bien convencidos de la necesidad absoluta del agua para la vegetacion. Si nos limitamos al exámen del agua considerada únicamente como parte constitutiva del suelo mismo en que se crían las plantas, resulta que es el vehículo universal que conduce á los vegetales todos sus alimentos, y que ella misma forma parte de la sustancia nutritiva que en ellos se fija, con aumento de volúmen en sus partes sólidas. Lo cual se verifica en atencion á que el agua se compone de oxígeno y de hidrógeno (§ 381 II C), y á que, en general, los principios dominantes en las sustancias vegetales y en las plantas son (V. la Química vegetal de *Mr. Thenard*) el hidrógeno, el oxígeno y el carbono.

De aquí resulta que los vegetales pueden diferenciarse, no solo respecto de la cantidad absoluta de agua que adquieren, sinó tambien respecto de su modo de absorverla, y de la necesidad que tiene cada especie de hallar ciertas materias disueltas en ella para que absorviéndolas, se efectúe su nutricion. Por esta causa, vamos á in-

dicar aquí las circunstancias mas esenciales sobre esta materia, que por lo general se suele comprender en lo que se llama *Geografía Botánica*, *Aritmética Botánica* y bajo otras denominaciones; y que por elevarse acaso demasiado los Autores, hacen inaccesible casi enteramente unos conocimientos tan importantes, justamente á las mismas personas para quienes debían destinarse. Yo ruego, tanto á los unos como á los otros, y en general á todos, que me disimulen las inexactitudes que pueda cometer en esta parte, considerando los buenos deséos que me animan; y teniendo presente que mi objeto principal es hacer todas las indicaciones que, en mi concepto se necesitan propagar, dando motivo con esto para que otras personas de mas sublimes conocimientos, enmienden, corrijan y perfeccionen lo que yo deje incompleto.

3 La diversa cantidad de agua que absorve cada especie vegetal, presenta las anomalías mas estraordinarias; y esta es una de las causas que mas poderosamente influyen en la distribucion topográfica de los vegetales. Los que tienen su tejido flojo y esponjoso; los de hojas anchas, lacias, y sobre todo los que están dotados de poros corticales; los que tienen pocos ó ningunos pelos ó bello en su superficie; aquellos que gozan de una rápida vegetacion; los que forman pocas materias oleosas ó resinosas; aquellos cuyas partes no son susceptibles de alterarse á corromperse por la humedad; y por último, los que tienen raices numerosas, necesitan absorver en general una gran cantidad de agua, y solo pueden vivir en parages donde naturalmente la encuentren con abundancia.

4 Al contrario, los vegetales de tejido compacto y tupido, de hojas pequeñas, duras y poco porosas; los de muchos pelos ó que tienen mucho bello; los de vegetacion lenta; los que, en el curso de su existencia, forman muchas materias oleosas ó resinosas; los de tejido susceptible de alterarse ó corromperse por la demasiada humedad, y últimamente, aquellos cuyas raices son poco numerosas, necesitan corta cantidad de agua, y requieren de preferencia para su mansion natural los parages ménos húmedos.

5 El grado de accion de cada una de las causas que acabamos de enumerar, y su mútua combinacion, determinan para cada especie particular, una cierta cantidad de agua. Mas, por complicadas que sean estas causas, es indispensable combinarlas ademas con otras. En efecto, cuanto mas elevada es la temperatura, y mas intensa la luz, en una época y parage determinados, tanta mas necesidad tienen las plantas de absorver mayor cantidad de agua, en igualdad de cir-

cunstancias; porque combinan y segregan una parte de ella mas considerable. De aquí proviene la necesidad que tienen ciertas plantas de hallar mas ó ménos agua en ciertas épocas de su vida, en ciertas localidades, ó segun ciertos modos de cultivo.

6 Si continuáramos, en sus pormenores, este modo de raciocinar, podríamos manifestar bastante claramente, cómo los vegetales, por diversas causas, necesitan una cantidad de agua determinada; y que por consiguiente, debe prosperar cada uno en la localidad que corresponde á sus necesidades: cuyos detalles solo se pueden adquirir de un modo satisfactorio en las cátedras de Agricultura establecidas en cada localidad. Por lo que, nos limitarémos aquí á observar en general: 1.° que las plantas de raices profundas prosperan mejor en los paises sujetos á largas sequías; porque el fondo de la tierra vegetal presenta siempre un cierto grado de humedad; y 2.° que las de raices muy superficiales, no pueden vivir sinó en los climas donde la humedad es mas continua.

7 Acerca de la naturaleza del agua absorvida por las plantas, se observan tambien irregularidades, que acaso podrían reputarse mas bien como diferencias ó caractéres que las distinguen unas de otras; así es, que cuanto ménos cargada de principios nutritivos está el agua, mas necesidad hay de que los vegetales la absorvan en un tiempo dado para subvenir á su nutricion; al contrario, cuanto mas cargada esté el agua de principios que alteren su fluidez ó trasparencia, y contenga mas moléculas sólidas que conspiren á obstruir los orificios que forman los poros de las plantas, ó á entorpecer su absorcion con su viscosidad, ménos la absorven tambien los vegetales, en un tiempo determinado.

8 La naturaleza misma de las moléculas, disueltas ó suspendidas en el agua, influye mucho en la distribucion topográfica de las plantas. Las materias disueltas son; 1.° el ácido carbónico; 2.° el aire atmosférico; 3.° materias solubles vegetales ó animales; y 4.° principios salinos térreos ó alcalinos. Si reflexionamos acerca de los medios con que efectúan su existencia los animales y los vejetales (§ 392 II C), no tendrémos dificultad en concebir que, aunque las necesidades particulares de las plantas difieran ménos entre sí, que las de los animales, debe con todo haber en ellos diferencias notables; sobre cuyo punto desearíamos que los Fisiologistas hubiesen fijado mas particularmente su atencion; pero aun por lo poco que se ha descubierto, se dejan ya vislumbrar varios hechos de importancia, como son los siguientes: 1.° Los vegetales que deben con-

tener mucho carbon, como los árboles de madera dura, apetecen ménos que otros las aguas enteramente puras, y que contienen poco gas ácido carbónico. 2.° Las plantas, que presentan muchas materias azoadas en su composicion química, tales como las cruciformes, y los hongos ó setas, requieren de preferencia los terrenos y aguas que contienen muchas materias animales en disolucion; por cuyo motivo se cultivan en Francia artificialmente las setas, sin mas que conservar el estiercol, mas ó ménos preparado, en piezas húmedas y cerradas. 3.° Las plantas que presentan en su análisis química una cantidad notable de ciertas sustancias terrosas, como la sílice en las monocotilédones, el yeso en las leguminosas, el azufre en las cruciformes &c. tienen necesidad de hallar dichas sustancias en el suelo donde crecen; y si les falta, el agricultor se ve obligado á suministrárselas artificialmente, ya sea echándolas sobre la superficie del terreno, ya sobre la superficie de las hojas, ya para que las arrastren ó disuelvan las aguas, segun las plantas y las circunstancias. 4.° Las especies que ofrecen, al quemarse, una cantidad de sustancias alcalinas, mas considerable que de ordinario, no pueden vivir sinó donde estas sustancias se acumulen; así, las que indispensablemente necesitan carbonato de sosa, no pueden prosperar sinó junto al mar, ó manantiales salados; por esta causa, nuestras barrillas no prosperan con ventajas sinó en las costas del mar y en la parte de terreno de la Mancha próximo al Real Sitio de Aranjuez, donde las aguas son salobres, salitrosas &c. Algunas pueden sufrir esta necesidad, por su naturaleza, absorviendo carbonato de potasa, y entónces pueden vivir indiferentemente junto al mar ó léjos de él. Así, la naturaleza diversa de las materias disueltas en las aguas es, á no dudarlo, una de las muchas causas que determinan la mansion de las especies vegetales.

9 Cuanto acabamos de manifestar es solo relativo á considerar el agua como destinada para ser absorvida por las plantas; pero todavía puede obrar bajo otro aspecto. Reunida en cantidad mas considerable, que la que puede absorver la planta, verifica una reaccion en su tejido, y conspira á descomponerle, á disolverle ó corromperle. Entre las plantas, que necesitan absorver mayor cantidad de agua, hay algunas que no pueden resistir por mucho tiempo á esta accion esterior del agua acumulada; así, las plantas de raices muy carnosas, como las bulbas suculentas, ó las raices bulbosas, ó los tubérculos carnosos, se alteran bastante fácilmente con la humedad; y por consiguiente, dichas plantas no pueden vivir en parages acuáti-

cos ó pantanosos. Al contrario, los tallos y hojas de ciertas plantas están naturalmente provistos de medios para resistir á la accion del agua esterior. Así, unas tienen la facultad de segregar una materia viscosa que las envuelve y protege contra la accion del agua; otras sueltan ó resudan, por su superficie, una especie de barniz que impide el contacto del agua, y que obra para defenderlas de ella precisamente, como el aceite de que están untadas las plumas de las aves acuáticas. En fin, las plantas monocotilédones, cuya superficie presenta un tejido notablemente silíceo, y por lo mismo muy poco alterable por la humedad, resisten mejor que las dicotilédones á la accion del agua esterior.

10 Mientras mas reflexionemos sobre esta materia, adquirimos mayor convencimiento, de que ningun efecto puede ser producido por una causa única, y que ningun agente obra de un modo simple. Así, la atmósfera puede influir ó simultánea ó separadamente por su composicion accidental, es decir, por el agua y demas materias que contiene disueltas ó en suspension; por su movimiento, su trasparencia y su densidad; y aunque los esperimentos mas exactos han probado que las proporciones de azóe y de oxígeno son constantemente las mismas en la atmósfera (§ 462 II C), no obstante, hay materias, que sin formar sus partes constitutivas, se mezclan en el aire en ciertos parages, y le hacen mas ó ménos á propósito para ciertas especies vegetales. Así es, como se verifica en ciertas grutas, ó en ciertas minas, que las cantidades de gas ácido carbónico ó hidrógeno pueden ser bastante considerables para impedir la vegetacion de todas las plantas, ó para no permitir sinó la de algunas ó mas robustas ó mas ávidas de las espresadas sustancias. Por lo cual, el aire cargado de las emanaciones salinas del mar, perjudica á ciertos vegetales, y favorece, al contrario, el desarrollo de los que necesitan carbonato de sosa, como se ve en los valles de Mediodia de la Europa, donde se encuentran plantas marítimas, y donde puede cultivarse la sosa á gran distancia del mar, con tal que estén espuestos los terrenos al viento marino.

11 Pasemos ahora á considerar el influjo del *agua suspendida en la atmósfera*. Esta gran masa de aire se halla cargada de agua; por lo general unas veces la contiene en un estado insensible y que únicamente puede apreciarse por el higrómetro, y otras la contiene de un modo visible en forma de nieblas ó nubes. Todavía no se tienen sinó un corto número de observaciones ó esperimentos exactos, para conocer: 1.° si estos dos estados del agua atmosférica obran

de un modo diferente en los vegetales; y 2.º para determinar la influencia sobre las plantas de una cierta cantidad habitual ó momentánea; continua ó variable de humedad atmosférica. Los esperimentos de los cultivadores carecen de la precision que es indispensable para deducir consecuencias generales; y las observaciones acerca de la distribucion de las plantas en el Globo, inducen á probar que esta influencia es de bastante importancia. Un vegetal, por ejemplo, prospera mas, á igualdad de temperatura, en un aire moderadamente húmedo; y otro en un aire muy húmedo ó muy seco. Esta es una de las circunstancias que el cultivo al aire libre no puede imitar, que el cultivo por medio de estufas imita de un modo imperfecto, y que influye por consiguiente en las dificultades que esperimentamos al trasladar los vegetales de un pais á otro. Por consiguiente debe influir tambien en la Geografía de las plantas; y merece mas atencion de la que los viageros han prestado hasta el dia; pues de dicha causa proviene en parte la diferencia entre la vegetacion de los paises marítimos y continentales, y de las montañas, llanuras &c. Y habiéndose observado que las nieblas impiden la fecundacion de las flores, resulta como una consecuencia necesaria, que ciertas plantas no pueden prosperar habitualmente en clima que sea frecuentemente nebuloso en la época de su florecencia.

12. El influjo de la agitacion del aire es bien conocido en los casos estremos; pero aun no ha sido apreciado en sus pormenores. Todos saben que los vientos demasiado impetuosos quebrantan ó desarraigan hasta los árboles mas corpulentos, y que su efecto es grave en los paises donde son frecuentes é intensos estos accidentes, y tanto mas, cuanto la naturaleza del suelo es mas arenosa, y los árboles son de troncos ó de tallos mas elevados, mas ramosos, y de madera mas frágil, de hojas mas anchas, y de frutos mas gruesos. Pero la quietud absoluta del aire parece tambien perjudicial á la vegetacion. En efecto, muchos jardineros han observado, hace ya mucho tiempo, que convenía establecer algun tanto el movimiento en el aire de las tierras donde existen plantas; y en estos últimos tiempos *Mr. Huight* ha observado que en los árboles conservados en parages donde la atmósfera se halla en equilibrio, crecen ménos en un tiempo dado, que los sometidos á la accion del viento; y aunque no están suficientemente apreciados estos efectos, para saber hasta qué punto se estiende su influjo en la distribucion de los vegetales, no hemos creido deberlo pasar totalmente en silencio.

13 Pero de todas las influencias de la atmósfera, la mas difícil,

tal vez de valuarse con exactitud al presente, es la accion de su densidad, ó, lo que es lo mismo, el influjo de su altura sobre la vegetacion; porque, como dicha altura ejerce una accion muy señalada tanto sobre la temperatura como sobre la intensidad de la luz solar, de la humedad ambiente, y de la rarefaccion del aire atmosférico, no se tienen los suficientes datos para discernir el influjo que cada una de estas circunstancias puede tener en la vegetacion; y este es otro motivo porque nos vemos precisados á examinar en general el conjunto de todas estas influencias. A medida que nos elevamos en la atmósfera, va disminuyendo la temperatura, segun leyes bastante conocidas en el dia, y que pueden verse en la tabla que insertamos (§ 382) del libro 3.°; y que parece provenir de que el aire ralo tiene mas capacidad para el calor que el aire denso.

14 Los hechos comprobantes de que la depresion de temperatura en las altas montañas es una de las causas, que mas influyen en la distribucion de los vegetales, son los siguientes. 1.° La fijacion del crecimiento natural de cada planta á una elevacion determinada sobre el nivel del mar, es tanto mayor, cuanto se trate de paises mas templados; lo cual proviene de que, cuanto mas se separa uno del ecuador, tanta mas influencia tiene en su temperatura la esposicion de un lugar dado. 2.° En los paises templados, como la Francia y gran parte de la España, las plantas en que influye poco la temperatura, y que crecen en todas latitudes, crecen tambien á todas las alturas, desde el nivel del mar hasta la cima de las montañas, que no están cubiertas de nieves perpetuas. Se tienen ya reunidos como unos setecientos ejemplos de esta ley; así, el brezo comun, el enebro, el abedul, &c. crecen indiferentemente al nivel del mar, y á 3000 metros de altura, que equivalen á 10767 pies esp. 3.° Si las plantas que tienen una temperatura demasiado cálida ó demasiado fria, crecen á latitudes diversas, se observa que es en alturas tales que el efecto de la elevacion pueda compensar el de la latitud; así, las plantas de las llanuras del Norte, crecen en el Mediodia sobre las montañas; y por lo mismo los pinos y demas árboles que suministran las maderas del Norte de Europa, podrían vegetar perfectamente en nuestras montañas de la península, y principalmente en las partes de ellas que se caracterizan con el nombre de *umbrías*. Entre las localidades mas ventajosas para la cria de estos arbolados no puedo ménos de indicar que yo he reconocido algunas en Guipuzcoa y muy particularmente en las cercanías de Amézqueta, Segura, Cegama &c.

Como el principal objeto que nos proponemos, al ocuparnos de esta

materia, es deducir en cuanto sea posible reglas generales aplicables á nuestro pais, debemos manifestar que segun lo que, dice *Decandolle* en su memoria inserta en el tomo 3.º de las Memorias de *Física* y *Química* de la Sociedad de *Arcueil* y del resultado de mis conferencias con *Mr. Bosc*, célebre Profesor en el jardin de plantas de París, se puede reputar que, en España, un grado de latitud terrestre, influye en la temperatura media, y por consiguiente en la vegetacion, del mismo modo que lo hace una altura vertical de unos 680 pies españoles. Este dato, que convendría rectificar, en atencion á su importancia, puede facilitar la resolucion de muchas cuestiones interesantes; y por lo mismo rogamos á todos los observadores que no omitan diligencia alguna para corroborarlo con la esperiencia ó modificarle. En el ínterin, vamos á manifestar el modo de hacer aplicacion á casos particulares; proponiéndonos resolver la siguiente CUESTION. *Dada una planta, que se cria bien al aire libre en Madrid, determinar el parage en que se criará igualmente bien al aire libre en partes ó mas meridionales ó mas septentrionales, como por ejemplo en la Sierra Nevada de Granada y en las montañas de Santander.*

La latitud de la Sierra Nevada de Granada la podrémos suponer para este efecto, de unos 37° y 10′; y la de Madrid en 40° y 25′. Restando aquella de esta, se obtiene por diferencia 3° y 15′ que vienen á ser 3° y cuarto. Por consiguiente, multiplicando 680 por 3° y añadiendo á esto 170 pies, parte proporcional correspondiente á los 15′, se obtiene 2210 pies; y como Granada se halla mas al mediodia que Madrid, será necesario que el mayor grado de temperatura media que le corresponda por su situacion geográfica, se compense con 2210 pies de altura mas sobre el nivel del mar. Ahora bien, la altura de Madrid sobre el nivel del mar es (§ 46 Lib. 1°) 2394 pies españoles; luego si á estos añadimos los 2210 pies, que corresponde por la diferencia de latitud, tendrémos 4604 pies. Lo cual nos quiere decir que eligiendo un punto en la Sierra Nevada de Granada que esté unos 4604 pies sobre el nivel del mar, podrán vegetar allí al aire libre, las mismas plantas que en el Jardin Botánico, ó Buen Retiro de Madrid.

Como las montañas de Santander, se puede reputar para este efecto, que estén á la latitud de 43°, resulta que la diferencia en latitud respecto de Madrid es 2° y 35′; por consiguiente, esta diferencia de latitud, multiplicando 680 por 2.° y añadiendo 396 por su parte proporcional correspondiente á los 35′, equivale á 1756 pies de al-

tura. Ahora bien, las montañas de Santander se hallan mas al Norte que Madrid; por lo que esta diferencia de latitud se deberá compensar vegetando las plantas á menor altura sobre el nivel del mar. Luego las plantas que vegetan bien en el Jardin Botánico de Madrid ó en el del Buen Retiro, podrán vegetar igualmente en las montañas de Santander, en parages que estén mas bajos que Madrid 1756 pies; esto es, en parages que estén sobre el nivel del mar unos 638 pies, puesto que Madrid se halla 2394 pies sobre el espresado nivel del mar. Esto manifiesta, del modo mas positivo, la utilidad que se saca de los resultados generales; pues de este modo las cuestiones que, al parecer, son mas complicadas, quedan reducidas á las operaciones mas sencillas de la Aritmética *. 4.° Las plantas cultivadas en grande, siguen leyes totalmente correspondientes á las anteriores; las que se cultivan en todas latitudes, vegetan en todas las alturas; las que no se hallan sinó en determinadas latitudes, se detienen tambien en alturas proporcionales: la patata, que se da tan bien en nuestras alturas, se cultiva en Chile hasta 3600 metros de elevacion (12920 pies españs.); el olivo que en ninguna parte llega á 44° de latitud, no se cria mas que á 2500 á 3000 pies españs., sobre el nivel del mar. 5.° La elevacion sobre dicho nivel establece en la comparacion de la temperatura de las localidades correspondientes á las plantas, efectos bastante análogos á los que resultan de la distancia al ecuador, de modo que los efectos sobre su vegetacion, guardan una grande analogía en ambos casos.

15 A medida que nos elevamos en línea vertical, resulta, en virtud de la diminucion de la densidad del aire, que la intensidad de la luz solar va aumentando. Este efecto se halla igualmente representado en la línea de las distancias al ecuador; porque la continuidad de luz, durante la vegetacion, es tanto mayor cuanto mas elevada es la latitud.

* Una cosa análoga se debe tener presente al trasladar de un pais á otro los animales. En efecto, por los años de 1804 á 1807 se trageron del Perú á España un cierto número de vicuñas y alpacos; y juzgando que por venir de Pais meridional requerían un clima caluroso, se las quiso connaturalizar en San Lucar de Barrameda, sin atender á que dichos animales se crian habitualmente en los Andes á considerables alturas sobre el nivel del mar. Si en vez de haberlas conservado en San Lucar, se hubieran conducido á Granada, y se las hubiera tratado de connaturalizar en un parage de aquella Sierra Nevada, cuya altura se hubiese determinado aproximadamente por la regla que precede, comparando la latitud y altura del parage de donde venían con la dicha Sierra Nevada de Granada, probablemento no hubieran perecido; y se hubieran conservado, como las que vinieron al mismo tiempo para Francia, y que yo he visto en el Jardin de plantas de París.

16 Al paso que nos elevamos en las montañas, el higrómetro con su marcha descendente, anuncia que la humedad del aire va disminuyendo; el mismo efecto se verifica en general, á medida que se camina del ecuador al polo.

17 En las montañas cubiertas de nieves perpétuas, y en que las plantas están regadas habitualmente con agua, á la temperatura del hielo fundente, las que temen las temperaturas demasiado cálidas, pueden vivir en alturas mas bajas que aquellas que sufren, á la misma latitud, cuando no están regadas por agua á la espresada temperatura. Ademas, como el agua en estado de hielo es ménos densa que en su estado líquido, y goza de una fuerza espansiva muy considerable cuando la nieve se deposita sobre los vegetales en el momento en que los vasos de la savia están llenos de jugos, estos se congelan, y rompiendo cuanto se opone á su dilatacion, cooperan á destruirlas.

18 Parece pues, que bajo estos aspectos, la fijacion de las plantas en ciertas alturas, pende eminentemente de la depresion de temperatura, en virtud de su elevacion sobre el nivel del mar. El único punto de vista, puramente teórico, por el que pudiera creerse que la rarefaccion del aire tenga por sí misma una accion directa en los vegetales, es la necesidad que estos tienen de absorver mayor ó menor cantidad de gas oxígeno durante la noche por las partes verdes, y de dia y de noche por sus partes coloridas ó coloreadas. No es dudoso que hay un límite de elevacion, en que la atmósfera ya demasiado enrarecida, deje de presentar bastante aire para satisfacer á esta necesidad de las plantas; pero en todas partes se encuentran las montañas cubiertas de nieve ántes que este efecto sea sensible. Tambien se ha observado que, tanto las plantas que necesitan mucha cantidad de oxígeno, como las que necesitan poco se crian indiferentemente en las llanuras y en las montañas; por lo que, si esta circunstancia tiene algun influjo, no parece apreciable en medio de la influencia predominante de la temperatura, de la luz y de la humedad.

19 Hasta ahora nos hemos ocupado en indicar los resultados que se obtienen inmediatamente, considerando del modo mas aislado posible el influjo del agua en los vegetales; y despues de haber establecido en general los datos para dar á conocer el inmenso interés que debe ofrecer el agua en la vegetacion, por ser un cuerpo siempre presente á todas sus operaciones; ya se halle líquida en la tierra donde están fijas las plantas, ya se halle nadando en la atmósfera en for-

ma de vapor, y ya congelada sobre las mismas plantas, no podemos prescindir ahora de indicar los resultados que se deducen de los demas agentes que obran al mismo tiempo sobre la vegetacion, y que forman el objeto de la ciencia que se llama *Geografía Botánica.*

20 Bajo esta denominacion se comprende el estudio metódico de los hechos relativos á la distribucion de los vejetales en el Globo, y de las leyes mas ó ménos generales que de ellos se pueden deducir. Este ramo de los conocimientos humanos solo ha podido escitar la atencion de los observadores cuando la Geografía y la Botánica, enriquecidas cada una de por sí con un gran número de hechos, han podido elevarse á idéas generales: así como no se aplicó el Álgebra á la Geometría sinó despues que cada una de estas Ciencias habia llegado á un cierto grado de adelantamiento. Y del mismo modo que la feliz aplicacion que se hace en el dia de la reunion de estos dos ramos de las Matemáticas, ha contribuido no solo para adelantar estas Ciencias en general, sinó para que se puedan hacer aplicaciones á todas las demas Ciencias y aun á otros ramos, que aparecen como inconexos, se ha verificado que la *Geografía Botánica*, aun en su estado actual de imperfeccion, ha contribuido muy poderosamente para enlazar una multitud de hechos importantes que comprenden cuanto tiene relacion no solo con los vegetales sinó con los sistemas de cultivo que les corresponden.

21 Los antiguos Naturalistas habían despreciado mucho el estudio, y aun la indicacion de las localidades donde habitan las plantas. *Linéo* es el primero que ha pensado indicarlas, dando los preceptos y presentando el modelo para redactar las Floras; y es el primero que ha distinguido con cuidado las *habitaciones*, es decir, los paises donde crecen las plantas, y las *estaciones*, es decir, la naturaleza particular de las localidades, en que acostumbran á desarrollarse. De *Linéo*, pues, han emanado seguramente las primeras idéas de la *Geografía Botánica*; y cuantos progresos se han hecho en el reino vegetal y en sus aplicaciones para beneficio de la humanidad, reconocen por orígen los descubrimientos de este Sábio Sueco. ¡Oh! ¡de cuantos beneficios no es deudor el hombre á los Sabios que con un solo resultado de sus profundas meditaciones, causan tantos beneficios al género humano!

22 Desde esta feliz época, todos los Botánicos siguiendo la marcha de los Geómetras Analistas, han indicado con mas precision la patria de las plantas; y algunos han hecho de este estudio el objeto de sus investigaciones especiales. Así, *Girard Soulavie* en su *Histo-*

ria Natural de la Francia meridional, publicada en 1783 y *Bernardino de Saint-Pierre*, en sus elegantes *Estudios de la Naturaleza*, han presentado sobre este particular algunas consideraciones interesantes; pero sin aquella exactitud que fija la atencion de los Sabios, y que únicamente asegura la verdad. *Mr. Link* en 1789 ha hecho conocer las plantas que le parecían propias de los terrenos calcáreos. *Mr. Stromeyer* en 1800 ha presentado, sobre la *Geografía Botánica*, el plan de un trabajo que manifiesta toda la estension de la Ciencia, y que es lástima no haya sido estudiado ántes. *Mr. Lavy*, en 1801, ha clasificado las plantas del Piamonte, con relacion á su órden geográfico. *Mr. Kielman* ha publicado en 1804 algunas observaciones interesantes sobre la vegetacion de los Alpes. *De Candolle* ha espuesto de un modo abreviado en la *Flora Francesa* algunas observaciones generales, deducidas del estudio de las plantas de Francia, y despues ha añadido á esta clase algunos detalles ulteriores, ya en la relacion de sus viages, ya en el artículo *Geografía Botánica y Agrícola* del Diccionario de Agricultura, ya en fin en el 3.^er^ volúmen de las *Memorias de la Sociedad de Arcueil* publicado en 1817. *Mr. Bossi* ha hecho tambien aplicacion á la Lombardía del método que *De Candolle* habia propuesto para la Francia. Pero la obra mas preciosa, que poseemos acerca de tan importante materia, es la *Geografía de las plantas*, que ha publicado *Mr. Humboldt en su cuadro físico de las regiones ecuatoriales*, al cual deben unirse algunos desarrollos insertos en sus elegantes cuadros de la naturaleza; obras notables por el gran número de hechos que presentan y por su *feliz* enlace con las leyes mas importantes de las Ciencias Físicas. Entre nosotros merecen muy particular atencion las obras de Cavanilles y los trabajos de Don Simon de Rojas Clemente; así como los que tiene preparados, y de que yo he visto algunos fragmentos, nuestro célebre Botánico Don Mariano Lagasca.

23 Desde que se ha seguido este rumbo, la Geografía Botánica adquirió una marcha mas firme. *Mr. Vahlenverg* en su *Flora de Laponia* y despues en sus ensayos sobre la vejetacion de la *Suiza* y de los *montes Carpathes*, ha desenvuelto la *Historia general de los vejetales* de estos tres paises con una notable sagacidad; *Mr. Roberto Brown* ha dado á conocer muchas generalidades curiosas sobre la Geografía Botánica de la *Nueva Holanda* y de la parte de *Africa al Congo*, abriendo en sus diversas memorias, fruto de su talento estraordinario, un nuevo camino á los Botánicos. *Mr. Schouw* ha tratado de investigar, en medio de numerosos y diversos hechos que pare-

cen contradecirse, si era posible admitir que cada especie de planta hubiese tomado nacimiento en un solo parage. Este Sabio prepara sobre la Geografía de las plantas de *Italía* un trabajo que los Botánicos esperan con impaciencia. *Mr. Boué* ha publicado algunas consideraciones útiles sobre el modo de estudiar la Flora de un pais dado; tomando la de Escocia por ejemplo, *Mr. Winch* ha hecho un trabajo casi análogo sobre algunas partes de la Inglaterra. *Mr. Leopoldo de Buch*, despues de haber indicado en su viaje á Noruega muchos hechos curiosos de *Geografía Botánica*, ha publicado un trabajo muy interesante acerca de la distribucion de las plantas en las *Islas Canarías*, resultado de sus propias investigaciones y de las de su amigo *Chr. Smith*, cuya desgraciada muerte ha llorado despues la Botánica. En fin, *Mr. Humboldt* ha recojido, con su talento estraordinario, todo lo conocido acerca de las bases de la Geografía de las plantas; y combinándolo con sus propias investigaciones, ha trazado en los *Prolegómenos de la Flora de América* el cuadro mas fiel y mas brillante.

24 A estas diversas obras, es preciso añadir, para tener una idéa completa del estado actual de nuestros conocimientos en esta materia, la inmensa multitud de notas relativas á la patria de las plantas, que se hallan esparcidas en los escritos de los viajeros, en las colecciones de los naturalistas, en las Floras y obras generales de Botánica; debiendo observarse que por el modo con que *Mr. De Candolle* ha recapitulado estas notas en el sistema universal del reino vegetal, cada dia serán mas útiles en lo sucesivo, para el estudio de la distribucion de las plantas en el Globo.

25 Tales son las obras que constituyen la Biblioteca de la *Geografía Botánica*, y cuyo resúmen vamos á poner, uniendo á ellas las consideraciones que suministra el escrupuloso exámen que acerca de la distribucion de las plantas ha hecho *Mr. De Candolle* en siete años de viajes por Francia; y desearíamos que por cuantos medios fuesen imaginables, se promoviese la impresion de los manuscritos de *Don Simon de Rojas Clemente*, y las observaciones juiciosas que sobre esta materia tienen hechas *Don Mariano Lagasca*, *Don José Demetrio Rodriguez*, *Don Antonio Sandalio de Arias y Don Francisco Martinez Robles*; pues al paso que harían mucho honor al mérito científico de los Españoles, producirían ventajas incalculables al Estado. Y cuantas indicaciones hago yo sobre esta materia acreditarán que es mas bien con el objeto de que sirva como de precursor de lo que estos Sabios y beneméritos Españoles pueden pu-

blicar, y á lo que se debe contribuir, escitando su celo por todos los medios imaginables.

26 *Mr. de Candolle* se propone publicar una *Estadística vegetal de la Francia*, que contendrá, entre otros resultados de sus viajes, el conjunto de los hechos observados en la distribucion de las plantas silvestres, y cultivadas en la superficie del territorio Francés; y con el objeto de promover que en España se egecute algo análogo, no será inoportuno el que insertemos aquí lo mas esencial acerca del objeto que se propone en la formacion de dicha obra, de la cual viene á ser introduccion el artículo de *Geografía Botánica* inserto en el Diccionario de Ciencias Naturales, de que vamos á estractar lo mas conducente á nuestro objeto. Dicho Autor juzga que toda la ciencia puede clasificarse en tres divisiones generales.

1.ª La influencia que los elementos esteriores ejercen sobre los vegetales, y las modificaciones que resultan para cada especie de la necesidad que tiene de cada sustancia, ó de los medios con que puede eludir su accion. 2.ª Las consecuencias, que resultan de estos datos generales para el estudio de las *estaciones*. 3.ª El exámen de las habitaciones de las plantas, y las consecuencias que de él se deducen con relacion al conjunto de la ciencia.

27 *Primera parte. Influencia de los agentes esteriores en los vegetales* Se debe examinar ante todas cosas la influencia de la temperatura, de la luz, del agua, del suelo y de la atmósfera, sin perder de vista, que, aunque para la claridad de la esposicion debiéramos separarlas, sin embargo, como ejercen su influencia á la vez, se hace indispensable considerarlas simultáneamente. Lo que llevamos espuesto en este capítulo comprende todo lo relativo al agua, ya se halle incorporada en la tierra, ya suspendida en la atmósfera; tambien hemos indicado respecto de los demas, cuanto ha sido indispensable para esplicarnos con claridad; pero ahora nos corresponde añadir todo lo que conduzca para formar una idéa mas exacta.

28 *Influencia de la temperatura.* De todas las causas que influyen en la vegetacion, una de las mas señaladas es la temperatura. Su influjo se verifica en los vegetales ó por una accion puramente física sobre sus líquidos y sobre sus sólidos, ó por una accion fisiológica en su fuerza vital.

Considerada en su accion puramente física, la temperatura dilata ó condensa las partes de las plantas como las de todos los cuerpos. La influencia sobre los sólidos se manifiesta poco; sobre los líquidos es tan evidente, que se puede establecer por principio general que

la accion física de la temperatura sobre los vegetales ó sus partes, *es sensiblemente proporcional á la cantidad de sus líquidos acuosos*; de donde resulta que los órganos, que no contienen líquidos, son como insensibles á los rigores del frio y del calor; tales son las maderas en su estado perfecto, y las semillas completamente maduras; de aquí proviene que estas pueden trasportarse, por causas accidentales, á climas totalmente diferentes de los suyos, conservando su vida, en el mismo punto donde perecerían las plantas á que pertenecen.

29 Mas para analizar los efectos de la temperatura en los líquidos de los vegetales, es preciso distinguir los que son exteriores al vegetal, y están destinados á penetrar en él, y los que ya se han introducido en su tejido.

Todas las materias, de que se alimentan los vegetales, son ó agua ó sustancias disueltas ó suspensas en ella. Si la temperatura es inferior á la de la congelacion, el agua solidificándose no puede penetrar en el tejido, y se interrumpe la vegetacion; si la temperatura es demasiado elevada, el terreno se seca, y entónces no suministra el competente alimento. De aquí resulta que la primera causa de esterilidad se observa en el polo y en las altas montañas, y la segunda en los puntos muy cálidos como los arenales del África &c. Pero la accion de la temperatura, que es muy sensible en la superficie del suelo, lo es mucho ménos á cierta profundidad: de donde resulta 1.° que en un terreno dado, las plantas de raices profundas resisten mas á los rigores de la temperatura, que las de raices superficiales. 2.° Que una planta dada resiste mas los rigores de la temperatura en un terreno mas compacto, ó ménos buen conductor del calórico ó ménos dotado de la facultad radiante, que en un suelo, ó demasiado ligero, ó buen conductor, ó que radie fuertemente el calórico. 3.° Dada la naturaleza de las plantas y la del suelo, aquellas resisten mas al frio, en una atmósfera seca, y al calor en una atmósfera húmeda.

30 En cuanto á los líquidos contenidos en el tejido mismo del vegetal, están sometidos á las leyes generales de la Física, pudiendo atacarlos el frio hasta el punto de solidificarlos; y como esta circunstancia va siempre acompañada de dilatacion, si esta es repentina dilacera las paredes de las celdillas ó de los vasos, y determina de este modo la muerte parcial ó total de las plantas. Si, al contrario, el calor es excesivo, determina una evaporacion demasiado fuerte; de donde proviene marchitarse y aun secarse.

Examinemos ahora cuales son los mecanismos, por cuyo medio pueden las plantas resistir mas ó ménos á estos efectos. Su resistencia á la congelacion está fundada en el modo con que se efectúa su nutricion. Sus raices introducidas en un suelo cuya temperatura en invierno es mas cálida que la del aire, absorven aun en pequeña cantidad, un líquido, que introduciéndose en su tejido, coopera á recalentarle hasta un punto, tal que en el interior de los árboles corpulentos se halla en general al mismo grado de temperatura que indicaría un termómetro colocado en la profundidad media de sus raices. Esta accion se estiende hasta las estremidades superiores; lo cual viene á establecer una especie de lucha entre el frio esterior de la atmósfera, y el calor interior de la savia. Las diferencias, de un árbol á otro, consisten esencialmente en la mayor ó menor facilidad, con que su calor puede distríbuirse. Así, cuanto mayor sea el número de las capas interpuestas y separadas por zonas de aire encerrado entre la albura (que conteniendo mas humedad es mas susceptible de congelarse), y el esterior, mas podrán resistir al frio los árboles; por esta causa los que son viejos resisten mas al frio que los jóvenes; y los abedules, cuyas cortezas presentan gran número de epidermis superpuestas las unas á las otras, resisten á frios que causan admiracion.

31 Cuanto mas desprovistas de agua están las capas esteriores y tengan, con mas abundancia, materias carbonosas ó resinosas, mas resisten tambien los vegetales al frio; así, los árboles se hielan ménos fácilmente, despues de un verano muy cálido, que ha agostado, como dicen los jardineros, perfectamente sus renuevos, que despues de un verano fresco y lluvioso, en que los renuevos ó retoños, no han adquirido la debida consistencia.

32 Todas estas causas combinadas, ya entre sí, ya con el estado particular de cada órgano, ya con la naturaleza del tejido íntimo de cada vegetal, esplican bastante bien la diversa accion de un mismo grado de frio en vegetales diferentes. Si examinamos del mismo modo la accion de la temperatura demasiado eleveda, verémos que ciertos vegetales, como los de maderas muy duras, resisten á ella; porque, conteniendo pocos jugos acuosos, ofrecen poca materia que evaporar. Otros, como las plantas grasas, por estar dotadas de un corto número de órganos evaporatorios; otros, como las yerbas de los parages húmedos, por chupar pronto una cantidad de agua suficiente para subvenir á los efectos de la evaporacion.

33 La influencia de la temprátura en la Geografía de las plantas debe estudiarse segun *Mr. De Candolle*, bajo tres puntos de vista:

1.º atendiendo á la temperatura media del año: 2.º teniendo en consideracion el rigor de la temperatura, ya el del frio, ya el del calor, es decir, el grado máximo de calor y de frio: y 3.º considerando la distribucion de la temperatura en los diferentes meses del año. Yo añadiría, que tambien debe considerarse el *máximo y mínimo* de la diferencia que en cada parage hay entre el mayor grado de frio, que se verifica por lo regular (§ 386 L. 3) al salir el sol, y el mayor grado de calor que se verifica como unas dos horas despues del medio dia.

Sobre este particular, debe tenerse en consideracion, que cuando las escesivas temperaturas no vuelven sinó en largos intérvalos, el hombre puede mantener en el pais el cultivo de un vegetal, que no puede permanecer silvestre en él, ya porque á cada vez que es destruido por el excesivo rigor de la estacion, le restablece con semillas ó plantas traidas de los paises mas templados; ya porque en ciertos momentos críticos las pone al abrigo de la intemperie del aire; ya en fin, porque el agricultor no exige siempre á las plantas que cultiva, el dar semillas fértiles. Así, la vid, el olivo, y la mayor parte de las plantas cultivadas, vegetan muy bien para nuestro uso, en climas, en que no sería posible hacerlas pasar el invierno abandonadas á sí mismas; y he aquí una de las causas que establece una diferencia absoluta entre la Geografía Agrícola y la Geografía Botánica.

34 En esta última, las plantas no pueden acostumbrarse á vivir en un pais, sinó en el caso de que las causas de completa destruccion se verifiquen mediando grandes intérvalos de tiempo. Así, cualquiera que sea la temperatura media, una planta no puede vivir silvestre en un clima en que no tiene el tiempo suficiente para establecerse de un modo fijo. Las plantas anuas, que no tienen otro medio de reproduccion que sus semillas, están completamente escluidas de toda localidad donde una intemperie cualquiera pueda, ó matarlas ó solo impedir la produccion de sus semillas. Por consiguiente, se hallan esclusivamente limitadas á los paises templados. Los vegetales vivaces pueden existir aun silvestres en los climas que no les permiten siempre producir semillas; los que están dotados de medios particulares de reproduccion por las raices, ó yemas &c. pueden vivir aun en climas donde casi nunca pueden dar semillas fértiles.

35 Bajo estos diversos aspectos, y bajo otros muchos la distribucion de la temperatura en los diferentes meses del año es lo que mas importa. Por lo cual, vamos nosotros á poner aquí la temperatura y presion media de la atmósfera en cada uno de los meses del año en la siguiente:

Tabla *que contiene los términos medios de la presion y temperatura de cada mes con respecto á la latitud de Madrid, segun resulta de las observaciones meteorológicas hechas por el Señor Don Juan Lopez de Peñalver é insertas en los mercurios de* 1801 *y* 1803.

	Término medio de la presion á las								Término medio de los grados del termómetro centigrado á las			
	8 de la mañana		2 de la tarde		10 de la noche		Término medio de todo el mes		8 de la mañana	2 de la tarde	10 de la noche	Término medio de todo el mes
	pulgs.	líns.	pulgs.	líns.	pulgs.	líns.	pulgs.	líns.				
Enero	30	5,37	30	4,87	30	5,28	30	5,17	2,90	8,15	3,35	4,80
Febrero	30	6,56	30	6,15	30	6,58	30	6,43	1,93	9,71	2,86	4,83
Marzo	30	7,26	30	6,70	30	7,07	30	7,01	6,75	13,87	6,98	9,20
Abril	30	6,49	30	6.00	30	6,38	30	6,29	9,90	16,35	9,37	11,87
Mayo	30	6,57	30	6,13	30	6,41	30	6,37	13,35	21,20	13,10	15,88
Junio	30	8,17	30	7,72	30	7,74	30	7,88	19,41	29,18	19,65	22,74
Julio	30	7,33	30	6,94	30	6,99	30	7,08	21,26	30,31	20,71	24,09
Agosto	30	7,40	30	6,89	30	7,05	30	7,11	21,40	30,40	20,80	24,20
Septiembre	30	7,31	30	6,89	30	7,05	30	7,0S	16,64	25,08	16,86	19,52
Octubre	30	7,49	30	7,13	30	7,32	30	7,31	11,50	19,10	11,65	14,08
Noviembre	30	6,14	30	5,71	30	5,96	30	5,93	5,88	11,97	6,59	8,15
Diciembre	30	7,20	30	6,74	30	6,80	30	6,91	4,89	9,31	5,75	6,65
Término medio de todo el año							30	6,71				13,83

Advertencia. La diferencia, entre el término medio del mayor grado de calor y del menor, se observa en el mes de junio, y resulta ser

9,77 diferencia entre el número 29,18 grado medio de calor á las 2 de la tarde, y 19,41 grado medio de calor á las 8 de la mañana. Mas como todas las observaciones dan constantemente á conocer que el grado menor de calor se verifica próximamente al amanecer, que en el mes de junio es en Madrid á las 4 y media de la mañana, resulta que podrémos suponer que en nuestro clima, la diferencia entre el mayor grado de calor, que viene á ser á las dos de la tarde, y el mayor grado de frio que tiene lugar próximamente al amanecer, puede llegar hasta unos 12 grados. Y como á la vegetacion perjudica mucho la alternativa ó diferencia de temperatura, y perjudica tanto mas cuanto menor es el intérvalo que media entre el mayor grado de frio y el mayor grado de calor, resulta que si por los procedimientos que manifestamos en esta obra y con especialidad en el libro décimo, logramos que la temperatura en nuestro pais sea mas constante, esto es, que no haya tanta variacion ó diferencia entre el mayor frio y el mayor calor, obtendrémos otras ventajas de consideracion para nuestra Agricultura.

No será inoportuno el poner aquí los términos medios del número de dias que llueve en Madrid en cada mes, y en cada año, deduciéndolos del quinquenio de 1803 á 1807 ambos inclusive. En enero llueve unos 7 dias; en febrero 2; en marzo 8; en abril 7; en mayo 5; en junio 5; en julio 1; en agosto 1; en septiembre 9; en octubre 7; en noviembre 7; y en diciembre 7. Y sumando todos estos términos medios, resulta para el término medio de los dias que llueve en Madrid en un año 62; y quiere decir que por lo regular en un año llueve 62 dias en esta Capital.

36 Hay climas eminentemente inferiores, en que se produce una cierta temperatura media por un invierno benigno ó un verano fresco; tales son en general los paises marítimos; lo cual consiste en que su temperatura se aproxima continuamente á la media por causa del mar, que viene á ser un vasto depósito de temperatura constante, que los refresca en el verano, y los calienta en el invierno. Al contrario, una misma temperatura media puede producirse con la combinacion de inviernos muy frios con veranos muy cálidos; esto es lo que se observa en los paises continentales comparados con los marítimos, en las partes orientales de los continentes, comparados con las occidentales, y en el hemisferio boreal comparado con el hemisferio austral.

Las plantas ánuas, que tienen absoluta necesidad del calor en el verano para madurar sus semillas, y que pueden pasar el invierno adormecidas, por decirlo así en el estado de semillas, é indiferentes

al frio, prefieren los climas de la segunda serie; las plantas vivaces ó perennes, que pueden pasar mejor sin madurar sus semillas y que no temen tanto los frios grandes del invierno, prefieren los de la primera. Entre estas, las que pierden sus hojas se hallan mejor en los climas variables; y las siempre verdes prefieren los climas constantes.

37 *Influencia de la luz.* La influencia de la luz solar en la vegetacion es casi tan importante como la de la temperatura; y aunque influye un poco ménos en la distribucion geográfica de los vegetales, con todo merece una atencion muy particular, como resulta de lo que manifiesta *Don Antonio Sandalio de Arias* en la leccion 17 de su obra ya citada, y de lo que decimos en el § 24 de nuestra *Disertacion sobre el modo de perfeccionar la Agricultura etc.*

38 Podría juzgarse á primera vista, que el ocuparnos de su influjo, no tiene conexion con este Tratado; mas si se reflexiona debidamente, se notará que no puede prescindirse de considerarla. En efecto, la luz es el agente que origina mayor número de fenómenos en la vida vegetal: 1.° determina una gran parte de la absorcion de la savia, pues se ha observado que las plantas chupan poca humedad durante la noche y en parages obscuros; 2.° determina completamente la emanacion acuosa de las partes verdes de las plantas; pues estas exhalan muy poca agua, durante la noche ó en la obscuridad, miéntras que esta exhalacion es muy considerable, durante el dia, y sobre todo cuando los rayos del sol caen directamente en ellas; 3.° la luz determina en las partes verdes de las plantas, sinó absolutate en todos los casos, al ménos en casi todos aquellos que se conocen bien, y que mas nos interesan, la descomposicion del ácido carbónico; y por consiguiente la fijacion del carbono en los vegetales, la coloracion de dichas partes verdes, el grado de su consistencia y de su prolongacion, la intensidad de las propiedades sensibles; y por consiguiente la direccion de muchos de sus órganos. 4.° Es una de las causas principales, y tal vez la única de los fenómenos singulares, conocidos con el nombre de *sueño de las plantas.* 5.° Durante la ausencia de la luz, las partes verdes absorven una cierta cantidad de oxígeno, determinado para cada una de ellas, en un tiempo dado.

39 Resulta igualmente, que en los paises situados junto al ecuador, una luz mas intensa, por obrar mas perpendicularmente, ilumina los vegetales, poco mas ó ménos igualmente todo el año doce horas cada dia. Pero á medida que nos aproximamos á los polos, la intensidad de los rayos, ya mas oblicuos, va disminuyendo; mas por la distribucion de estos rayos, la luz falta casi del todo durante el

invierno, en que la ausencia de la vegetacion la haría casi inútil á las plantas, y es casi continua durante la vegetacion; de modo que su continuidad compensa en todo ó en parte su intensidad. Aunque las consecuencias de la continuidad de la luz no hayan sido aun estudiadas suficientemente, ya se echa de ver, por este dato general, que independientemente de lo que proviene de la temperatura, las plantas que pierden sus hojas, pueden sufrir mejor los paises septentrionales; y que las de vegetacion continua deben tener mayor necesidad de las regiones meridionales. Las plantas, cuyas hojas y flores conservan habitualmente la misma posicion, pueden vivir en los climas del norte, donde es casi continua la luz en el verano; miéntras que en los climas meridionales se hallan y deben hallarse las especies que son notables por el sueño y el despertamiento alternativo de sus hojas ó de sus flores; fenómenos que están relacionados con la alternativa de los dias y de las noches.

40 En los paises situados al nivel del mar, los rayos solares no llegan á los vegetales sinó al traves de una espesa atmósfera, que apaga por decirlo así, parte de su brillo; á medida que se eleva uno á las cimas de las montañas, es mas intensa la accion de estos rayos por ser ménos espesa la atmósfera; de donde resulta que, á cada latitud dada, las especies que tienen necesidad en proporcion, de mas luz que calor, deben ocupar las cimas de las montañas, y las que requieren mas calor que luz, deben habitar en las llanuras.

41 *Influencia del suelo.* No entrarémos en ningun detalle acerca de la influencia del suelo sobre la vegetacion; pero no podemos omitir una circunstancia que tiene conexion inmediata con nuestro objeto; y es que *Mr. Kirwan* ha manifestado por la análisis comparada de las tierras, reputadas por buenas para lo que se llama de *pan llevar* en diversos paises, que *contienen tanta mas sílice cuanto mas sujeto á la lluvia está el clima; y tanta mas alúmina, cuanto es ménos lluvioso*; de donde resulta que, en localidades diversas, pueden hallarse las mismas especies de vegetales, con tal que los terrenos sean diferentes. Si esta ley se llegase á determinar con la competente exactitud, tendríamos otro medio análogo al espuesto (§ 14) para determinar por medio de simples operaciones de Aritmética la naturaleza del terreno conveniente á una planta que vegetase bien en un terreno conocido.

El atender á esta circunstancia importa mas de lo que parece; pues por no haberla tenido en consideracion se han establecido algunas máximas que no son verdaderas. Tal es, por ejemplo, el asegurar,

que el olivo * no vive á mas de 400 metros (1436 pies esp) de altura sobre el nivel del mar; puesto que viven al aire libre en las inmediaciones de Madrid á una altura sobre el nivel del mar de unos 2400 pies españoles. Se ha dicho que el box no crece sinó en

---

* Me resulta la mayor satisfaccion en anunciar que vive la persona, que en mi concepto reune cuantas circunstancias se pueden apetecer para profundizar todo lo que tiene relacion con los olivos; pues atendiendo á su carácter, inclinacion y conocimientos, debe considerarse como un genio particular destinado á ilustrar estensa y profundamente esta importante materia. Este sugeto es *Don Francisco Martinez Robles*, de quien ya tengo hablado (nota del § 481 del L. 5), el cual desde su niñez se familiarizó con todo cuanto es relativo á tan precioso árbol. Es natural de Pinos de la Puente, pueblo situado á dos leguas de Granada, en cuya ciudad recibió la primera educacion literaria en uno de sus mejores colegios. Vino despues á Madrid á concluir la carrera de Medicina; y de tal manera se aplicó á todas las ciencias auxiliares, que se captó la benevolencia y amistad de todos sus Maestros. Asistimos juntos á las cátedras de Mineralogía, Botánica, Agricultura, Física y Química.

La circunstancia de ser condiscípulos, la de haber sido yo nombrado Juez, como individuo de la Real Sociedad Económica Matritense, en la brillante oposicion que hizo á las seis cátedras de Agricultura que se establecieron en España en 1819, en cuya oposicion obtuvo el primer lugar en las propuestas, y de sus resultas el nombramiento de la cátedra de Toledo, y el haber sido tambien nombrado individuo de la misma Real Sociedad en atencion á sus muchos y profundos conocimientos: estas circunstancias, repito, y la del paisanage, nos proporcionaban frecuentes ocasiones de conversar sobre materias científicas, entre las que nos ocupaba de preferencia la cuestion sobre los medios de fomentar nuestra Agricultura, condoliéndonos particularmente del atraso en que nos hallábamos con respecto al conocimiento de nuestras numerosas y apreciables castas de olivos, sus labranzas respectivas, y la mejor elaboracion del aceite; siendo tanto mas notable esta falta, cuanto que recaía en el aprovechamiento de un árbol tan útil, que con justa razon había merecido ser llamado por el grande Columela *el primero de todos los árboles*.

Su residencia en Toledo le proporcionó hacer oportunas indicaciones que dieron principalmente márgen á las sabias providencias de nuestro Gobierno, que están en la actualidad ejecutándose para fomentar la prosperidad de los incultos y estensos montes de aquella Provincia. Por varias incidencias se estableció despues, ya en Pinos de la Puente, ya en Torredonjimeno, en cuyos territorios ha hecho importantes investigaciones sobre la Historia Natural, y muy particularmente acerca de los olivos, habiendo encontrado y descrito por sí en aquel pais un gran número de variedades de este árbol preciosísimo. Luego que llegó á mí esta noticia, y recordando, ademas de todo lo espuesto, que mi amigo el célebre naturalista español *Don Simon de Rojas Clemente*, me lo había designado como la persona mas adecuada para promover los adelantos de las Ciencias Naturales, y particularmente de la Agricultura, le manifesté que si tenía á bien remitirme algun escrito sobre materia tan importante, lo insertaría por nota en esta obra: y accediendo á mi indicacion, se ha servido franquearme el escrito siguiente, espresando en la carta de remision que la nota que me envia es un estracto sucinto de un tratado estenso sobre olivos, que mas adelante publi-

los terrenos calcáreos, y es verdad que parece preferirlos; pero *De Candolle* los ha encontrado abundantemente en terrenos pizarrosos de los Pirinéos, y no está completamente escluido, ni de los granitos de la Bretaña, ni de los terrenos volcánicos de la Auvernia.

cará. El escrito ha correspondido cabalmente á mis deséos; y es tanto mas interesante, cuanto contiene un número sorprendente de variedades nuevas del olivo halladas en un corto recinto de aquel pais feraz, en cuya esposicion brillan á la par la exactitud de las descripciones y figuras de los frutos, la oportunidad de las noticias sobre particularidades de labranza, y la eleccion de nombres de las variedades, que consagra á la memoria de sugetos ilustres y beneméritos, siendo de notar especialmente las tres primeras variedades, que destina para eternizar los nombres de nuestro amado *Soberano*, de la *Augusta Reyna Nuestra Señora* y de su *Escelsa Hija Primogénita*, objetos tan caros y predilectos para todos los Españoles. El mencionado escrito es como sigue.

"ENSAYO
SOBRE CASTAS DE OLIVOS DE ANDALUCÍA.
(ESTRACTO)
POR DON FRANCISCO MARTINEZ ROBLES.

Olea prima omnium arborum est.
COLUMELLA.

INTRODUCCION.

»El conocimiento de las diversas variedades del olivo, á quien llamó con razon *Columela el primero de todos los árboles*, es de grande importancia en Agricultura; porque cada cual de ellas requiere por lo general modificaciones particulares en su cultivo, y cada una varía no solo en el modo de fructificar, sinó tambien en la forma, cantidad y calidad de sus productos. Desde muy antiguo presintieron esta verdad los cultivadores, y en su consecuencia asignaron en cada localidad nombres diferentes á las plantas, que observaban variar de un modo notable en sus formas, vegetacion y esquilmos; pero se ignoró por mucho tiempo, aun entre los agrónomos, lo insuficientes que eran estas vagas denominaciones para disfrutar con discernimiento, con seguridad y perpetuamente los dones de la naturaleza, y la necesidad que había para conseguir este fin de describirlos con caractéres indelebles. A proporcion de los progresos que desde aquella época hicieron las Naciones olivíferas en la ciencia descriptiva por escelencia, es decir, en la *Historia Natural*, así notamos haber progresado y mejorado el conocimiento del árbol de Minerva, distinguiéndose con mas ó ménos acierto en la misma proporcion sus preciosas variedades.

»Si recorremos los escritores de la antigua Grecia, y examinamos con especialidad á *Teofrasto*, príncipe de los naturalistas de aquella nacion, verémos, que solamente hablan de siete variedades de olivas; pero sin decribirlas, siendo por consiguiente inútil cuanto de ellas nos dejaron escrito. Entre los escritores latinos, *Virgilio* menciona tan solo

Se dice que el castaño no crece en los terrenos calcáreos, y seguramente que en dichos terrenos es mas raro que en los demas; sin embargo, se hallan bastante hermosos en las inmediaciones del Lago de *Ginebra* al pie de las montañas de Jura y del Chablais. *Mr. Car-*

---

3 variedades; *Columela* enumera en sus obras hasta 13; *Plinio* 16; *Macrobio* 15; pero ninguno hace las correspondientes descripciones para darnos de ellas un conocimiento exacto. Segun los Autores italianos, que hemos podido consultar, no haciendo mencion del *Señor Presta*, que aumentó con poca crítica las variedades de Italia hasta un número crecido, pueden numerarse unas 17 castas entre las bien determinadas, especialmente por los Agrónomos napolitanos. Los franceses *Tournefort* y *Duhamel* describen 18 castas; *Rozier* 16; *Bosc* 35; y no cito otros autores de esta nacion, por ser estos los mas notables. Con respecto á los españoles, el *Señor Aso* reduce (equivocadamente á mi parecer) á dos variedades las de Aragon; y aunque *Herrera* apenas nombra 2 ó 3 castas, los *Señores Clemente* y *Arias* en las adiciones al mismo *Herrera* nos dan noticia de unas 14 variedades muy apreciables.

»Estas variedades españolas fueron examinadas y reconocidas principalmente en la Andalacía Baja y en las Castillas; provincias, que aun bajo este respecto se hallan muy poco estudiadas, resultando enorme, por consecuencia, el vacío, que notamos en nuestros Geopónicos con relacion á esta importante materia. Anhelando yo por contribuir á los adelantos de nuestra Agricultura, y observando que se hallan casi ignorados los preciosos olivos de la Andalucía Alta, me propongo dar á conocer las castas que mas generalmente pueblan sus olivares, circunscribiéndome por ahora en este estracto á cierto número de variedades no conocidas, y en consecuencia no publicadas científicamente por nuestros escritores agronómicos. La coleccion presente no es numerosa á la verdad; pero nadie le negará la cualidad de ser muy interesante, si se considera que comprende solo las castas nuevas ó no conocidas, que corresponden con particularidad á los territorios de Pinos de la Puente en la Vega de Granada y de Torredonjimeno en el Reino de Jaen. Este hecho nos convence altamente de la abundancia y variedad de las producciones de este feraz pais, y de las ventajas que reportaría el Estado de los viajes científicos hechos por Naturalistas Agrónomos, que, examinando nuestras producciones rurales, y dándolas á conocer con exactitud, indicasen sus utilidades respectivas y las mejoras que pueden recibir.

»En las descripciones de las variedades he procurado valerme lo ménos posible de términos puramente botánicos: sin embargo, para hablar con precision y propiedad, en algunos casos me ha sido necesario usar de ciertas voces, que, si bien no son en la mayor parte esclusivas de la Botánica, ó no es vulgar su inteligencia, ó se hallan fuera del alcance de los sugetos no versados en las Ciencias Naturales. Para salvar este inconveniente, inserto al fin por órden alfabético una ligera esplicacion de los términos que mas la necesitan á mi entender. Quizas evitemos para en adelante la precision de usar de estos medios á los que escriban en beneficio de los Labradores, si conseguimos dar al público un *Diccionario técnico de Agricultura* que estamos concluyendo; cuya obra no dudamos ofrecer, juzgándola por de primera necesidad para facilitar la inteligencia de los escritos relativos al fomento de la primera de las artes, la Agricultura.

I. — OLIVO FERNANDO.—OLEA EUROPEA FERDINANDA. NOBIS.

(Dedico esta variedad á nuestro Augusto Soberano y Señor Don Fernan-

radorí ha encontrado por esperimentos de laboratorio, que la magnesia pura es un veneno para la mayor parte de las plantas. Y *Mr. Dunal* habiendo estado á visitar un punto de los contornos de *Lunel*, donde el suelo presenta gran cantidad de magnesia casi pura, ha encontrado las mismas plantas que en el calizo de los contornos, y sus raices prosperaban en las hendeduras de esta roca magnesiana.

---

do VII (Q. D. G.) fundador del Muséo de Ciencias Naturales de Madrid, y de las Cátedras de Agricultura erigidas en varias capitales de Provincia; infatigable en promover los progresos de la primera de las Industrias, como lo comprueban muchos de sus soberanos decretos, y particularmente el de 31 *de Agosto de* 1819, *por el que se estimula del modo mas eficaz á los rompimientos de tierras baldías, á las nuevas plantaciones de vides, olivos, algarrobos ó moreras, y al establecimiento de los riegos en las tierras de secano).*

Véase la figura 1.ª de la lámina 10 en el rectángulo que tiene *A* en la parte inferior.

Descripcion.=*Ramos* largos, los laterales colgantes: *Hojas* medianas, de un verde plateado: *Fruto* grande, oval, negro, sin tetilla, mollar, poco huesudo, de hueso no adherente, con cabillos cortos.

Observaciones =Llaman *Gordal* á esta casta en Torredonjimeno, con cuyo nombre se denominan tambien otras variedades. Es afine á la nombrada en Francia *Pruneau de Cotignac*, á la *Oliva grossa* de los Napolitanos, *Oliva prunara* de los Sicilianos, *Orchas*, *Orchis*, *Orchitis y Orchidis* de los Griegos y Latinos. Sus árboles son corpulentos, y tal cual esquilmeños, principalmente si disfrutan de buena tierra. Hállase poco estendido su cultivo. Atendiendo á la magnitud y hermosa forma de sus frutos debería propagarse mas, destinándole terrenos sustanciosos y abrigados, y procurándole el beneficio de los abonos y de los riegos oportunos. Su aceituna es de las mejores para la mesa, y tambien suministra muy buen aceite.

2.—OLIVO CRISTINO.—OLEA EUROPÆA CRISTINA. N.

(Dedico esta variedad á la Escelsa Reina nuestra Augusta Soberana y Señora Doña María Cristina de Borbon, movido de gratitud y reconocimiento por el tino singular con que S. M. ha sabido llevar las riendas del Gobierno durante la penosa enfermedad de su Augusto Esposo el Rey nuestro Señor (Q. D. G.), dictando los mas sabios decretos, que inmortalizarán su esclarecido nombre, y creando felizmente la Secretaría del Despacho de Fomento para promover con mayor esmero y solicitud la ilustracion y prosperidad de las Españas). Véase la figura 2.ª de la lámina 10 rect. *A*.

Descripcion.=*Ramos* numerosos, largos y encorvados: *Hojas* largas, anchas, de un verde claro: *Fruto* grande, casi doble mas largo que ancho, estrechado por la parte superior, mas ensanchado por la inferior, y terminando en punta atetillada, negro, no adherente, oloroso, mollar.

Observaciones=Esta variedad, algo propagada en Torredonjimeno, en cuyos olivares la he visto solamente hasta ahora, la confunden los cultivadores llamándola unos *Bellotuda* y otros *Cornezuelo*. Difiere mucho de ella la variedad que yo tengo por *Cornezuelo*, la cual se distingue por ser colgantes sus ramos laterales, por sus hojas angostas y arrimadas á los ramillos y por tener el fruto encorvado á manera de asta. Apreciase mucho en este pais la aceituna bellotuda, siendo una de las preferidas para comer, y productora de muy buen aceite. Pre-

De donde han inferido que se ha dado una importancia exagerada al influjo de la naturaleza química de las tierras. Sin embargo, yo juzgo que se debe suspender el juicio sobre este particular; pues estas anomalías pueden ser aparentes, y provenir las que parecen es-

---

senta árboles grandes, pero no muy esquilmeños; lo que á mi parecer consiste en exigir el auxilio de los abonos, que en este territorio suele negarse á todas las castas.

3.—OLIVA ISABELA.—OLEA EUROPÆA ISABELLÆ. N.

(*Variedad dedicada á la Serenísima Señora Infanta Doña María Isabel Luisa, Princesa Primogénita y legítima heredera de la Corona de España, cuyo Augusto nombre de Isabel nos simboliza la mayor ventura, que debemos presagiar de su feliz Reinado*). Véase la figura 3.ª de la lámina 10 rect. *A.*

Descripcion.=*Ramos* largos y encorvados: *Hojas* medianas, verdes: *Fruto* mediano, redondeado, negro, atetillado, tenaz.

Observaciones.=Conócese este árbol con el nombre de *Manzanillo bravo* en la Vega de Granada, en donde se halla muy estendido, formándose de sola su casta olivares enteros. Prospera mucho en los terrenos abonados y de regadío, produciendo en ellos abundante esquilmo y un aceite de muy buena calidad.

4.—OLIVO HEREDIA.—OLEA EUROPÆA HEREDIÆ. N.

(*La dedico al Excelentísimo Señor Don Narciso de Heredia, Conde de Heredia y Ofalia, Ministro dignísimo del Despacho de Fomento, quien al enseñar en su juventud la Filosofía, introdujo el buen gusto en la Universidad de Granada en el estudio de las Ciencias Naturales y Exactas, de quien fueron discípulos mis Maestros en aquella facultad, y de cuyo Ministerio se esperan inmensos bienes, entre ellos, la mejora necesaria de los estudios y el indispensable fomento de toda útil industria*). Véase la figura 4.ª de la lámina 10 rect. *A.*

Descripcion.=*Ramos* medianos y encorvados: *Hojas* grandes, verdes: *Fruto* mediano, ovalado ó mas bien trasovado, negro, muy mollar y muy temprano, sabroso y muy dulce cuando está bien maduro y arrugado.

Observaciones.=Esta casta, conocida con el nombre de *Loaime* en la Vega de Granada, es una de las que llaman *dulces* en otros territorios. Probablemente es afine á la nombrada *à fruits noirs et doux* (de aceitunas negras y dulces) en el Mediodia de Francia, á la *Pasola* de los Napolitanos, *Pausia* y *Prædulcis* de los Geopónicos latinos y *Præmadia* de los antiguos griegos. Hállase bastante estendido su cultivo en la Vega de Granada, donde se aprecia mucho este árbol, por ser muy esquilmeño y el mas temprano, por ceder su fruto con grande facilidad, y por rendir mucho y acaso el mejor de los aceites. Su aceituna, siendo muy dulce en el estado de madurez completa, la comen con placer y sin ninguna preparacion todos los habitantes del pais. Era tan apreciada de los romanos la aceituna *Pausia* que Columela la calificaba de *gustosísima*, atribuyendo á su aceite un escelente sabor. Ningun cosechero debería dejar de cultivar ó de tener al ménos algunos pies del *Olivo Heredia* en sus olivares: esto mismo les decia el *Señor Bosc* á sus compatricios del Mediodia de Francia al hablarles del olivo *à fruits noirs et doux*.

5.—OLIVO COLUMELA—OLEA EUROPÆA COLUMELLÆ. N.

(*Variedad dedicada al sabio y culto Columela, Príncipe de los Geo*

cepciones, de que los mismos terrenos han cambiado hasta cierto punto su naturaleza física por la accion atmosférica, y por la descomposicion.

42 *Segunda parte. De las estaciones.* Hasta ahora hemos indi-

---

pónicos latinos) Véase la figura 5.ª de la lámina 10 rect. *A*.

Descripcion.=*Ramos* muy cortos y encorvados: *Hojas* cortas, ensanchadas hácia la punta, entre sí muy aproximadas, verdes: *Frutos* arracimados, pequeños, redondeados, negros, atetillados, olorosos, tenaces, con cabillos cortos, y con el hueso pequeño, redondeado y nada adherente.

Observaciones.=A esta variedad le llaman *Carrasqueña* en Torredonjimeno, y le es muy afine la nombrada en Francia *Redouan de Colignac*. Es árbol no corpulento, cuyo cultivo se halla bastante estendido, exigiendo economía en la poda y liberalidad en las labores y abonos. Carga bien de fruto, produce muy buen aceite y propende á padecer el *aceiton*. Su aceituna es de las mas estimadas para comer y algo propensa á caerse atacada de los insectos antes de su madurez completa.

6.—OLIVO HERRERA.—OLEA EUROPÆA HERRERÆ. N.

(*Dedicada al insigne Gabriel Alonso de Herrera, Príncipe de los Agrónomos castellanos*). Véase la figura 6.ª de la lámina 10 rect. *A*.

Nombran tambien *Carrasqueña* á esta variedad en Torredonjimeno, en cuyo término la he visto solamente y se encuentra poco propagada. Diferénciase de la casta anterior en tener constantemente el fruto sin tetilla; y convienen entre sí en todo lo demas, no solo en lo respectivo á caractéres, sinó tambien en cuanto se refiere en las *observaciones* de aquella.

7.—OLIVO CAVANILLES.—OLEA EUROPÆA CAVANILLESII. N.

(*Dedícase al célebre Botánico Don Antonio José Cavanilles, quien siendo gefe del Real Jardin de Madrid y primer Profesor de Botánica, inspiró el mayor gusto en el estudio de esta ciencia, y sacó de su escuela los mejores Botánicos que ha conocido la Monarquía Española*).
Véase la figura 7.ª de la lámina 10 rect. *A*.

Descripcion.=*Ramos* largos, los laterales péndulos: *Hojas* medianas, ralas, de un verde claro: *Fruto* pequeño ó mediano, encorvado, larguillo, negro, sin tetilla, mollar, de hueso no adherente, oloroso, temprano.

Observaciones.=Esta casta es una de las varias que se conocen en Castilla y otras partes con el nombre de *Cornicabra*, y acaso el *Radiolus* de Columela y demas escritores latinos Llámanle en Torredonjimeno *Cornezuelo pequeño*, y *Lechin* en los Villares (de Jaen). Es muy afine á esta la nombrada en las provincias napolitanas *Corniola piccola* y en la Provenza y Languedoc, *Cournaud*. *Corniaud*, *Courgnale*, *Olivier de Grasse*, *Cayonne*, *Cayanne*, *Repuguier*. Segun lo que yo tengo observado hasta ahora, en la Andalucía se halla poco propagada; pero, sí he notado en las plantas que de ella he visto, que son árboles vigorosos y corpulentos, y producen en abundancia casi todos los años.

8.—OLIVO LAGASCA.—OLEA EUROPÆA LAGASCÆ. N.

(*Dedícola á Don Mariano Lagasca, célebre Profesor de Botánica, Maestro mio en esta Ciencia, y uno de los principales adicionadores de la obra de Agricultura de Herrera*). Véase la figura 8.ª de la lámina 10 rect. *A*.

Descripcion.=*Ramos* largos y encorvados: *Hojas* grandes, anchas, ver-

cado la influencia general de los agentes esteriores en los vegetales, para deducir el modo con que la estructura propia de cada planta, combinada con esta influencia general, puede conducir á investigar para cada especie, ó la posibilidad de vivir en un lugar de-

des: *Fruto* grande, largo, engruesado hacia la punta, algo encorvado, moraino ó rojipardo, lateralmente atetillado, huesudo, con la pulpa muy adherente, tenaz.

Observaciones =Llaman *Jabaluna* á esta casta en Torredonjimeno, en donde únicamente la he observado, y se encuentra algo estendida. Se tiene por muy fino su aceite, aunque rara vez le estraen por separado. Es planta esquilmeña, pero tardía en madurar. Su aceituna es algo propensa á ser atacada de los insectos. Aunque la forma y magnitud de esta aceituna inducen alguna vez á destinarla para la mesa en defecto de otra gordal, sin embargo la hacen ménos á propósito para este uso cierta dureza de su pulpa, que se advierte en la masticacion, y el grueso y adherencia notable que tienen sus huesos á la misma pulpa.

9.—OLIVO CLEMENTE.—OLEA EUROPÆA CLEMENTEA. N.

(*Dedicada á Don Simon de Rojas Clemente, Naturalista el mas profundo y Agrónomo el mas sabio y elocuente que ha tenido España, y uno de los adicionadores principales de la obra de Agricultura de Herrera*).

Véase la figura 9.ª de la lámina 10 rect. *A*.

Descripcion.=*Ramos* espesos, largos, colgantes: *Hojas* medianas, lucias las nuevas, las del año anterior verdes y lustrosas: *Fruto* mediano, oval, algo encorvado, negro, poco adherente, mollar.

Observaciones.=Es afine á esta variedad el olivo llamado *Colchonudo* en Torredonjimeno, que se diferencia casi solamente en ser aovada la forma de su fruto. De ella he visto solamente algunos pies sin nombre en el olivar llamado de *Benitez* situado en las cercanías de Pinos de la Puente en término del Soto de Roma. Es planta poco esquilmeña, que renueva sus hojas todos los años casi en su totalidad.

10.—OLIVO ARIAS.—OLEA EUROPÆA ARIASEA. N.

(*Variedad dedicada á Don Antonio Sandalio de Arias, Profesor de Agricultura del Real Muséo de Ciencias Naturales de Madrid, mi Maestro en dicha Ciencia, Autor de los mejores Elementos de Agricultura, que actualmente posée la lengua castellana, y uno de los principales adicionadores de la obra de Agricultura de Herrera*).

Véase la figura 10.ª de la lámina 10 rect. *A*.

Descripcion =*Ramos* largos, por la mayor parte rectos: *Hojas* grandes, anchas, de un verde claro: *Fruto* mediano, negro, ovalado ó mas bien trasovado, de hueso adherente, temprano, mollar.

Observaciones.=Esta variedad, observada solamente en Torredonjimeno, no ha recibido nombre de los cultivadores, y se halla muy poco estendida. Ofrece árboles corpulentos, que exigen esmero en la poda. Son ademas poco esquilmeños, acaso por serles necesaria la ayuda de los abonos.

11.—OLIVO SORIANO.—OLEA EUROPÆA SORIANEA. N.

(*La dedico á Don Vicente Soriano, Bibliotecario del Real Muséo de Ciencias Naturales de Madrid, Profesor de Botánica aplicada á la Medicina en el Real Jardin, y uno de mis Maestros en esta Ciencia*).

Véase la figura 11.ª de la lámina 10 rect. *A*.

terminado, ó el parage correspondiente á su mayor prosperidad.

43 Se llama *estacion* la naturaleza particular de la localidad en que cada especie acostumbre crecer; y por *habitaciones* se entiende la indicacion general del pais en que ella crece naturalmente. La pa-

---

Descripcion.=*Ramos* medianos y encorvados: *Hojas* medianas, plateadas: *Fruto* aovado, mediano, muy negro, algo puntiagudo, adherente, mollar, temprano.

Observaciones.=Conócese este árbol en Torredonjimeno y su comarca con el nombre de *Nevadillo negro*; y juzgo ser afine al que llaman *Morelette* y *More* en Pont-St-Esprit en el Mediodia de Francia. Está muy estendido su cultivo por el grande aprecio que de él hacen los cultivadores, á causa del mucho esquilmo que produce; de manera que en sentir de no pocos es preferible al *Olivo Lucío* de la Vega de Granada, *Nevadillo blanco* del Reino de Jaen (*Olea Europ. argentata* de Clemente), que en la actualidad obtiene la primacía en la estimacion de casi todos los pueblos andaluces. Sin embargo, por ser planta algo ménos corpulenta y de fruto mas pequeño, le posponen al *Lucio ó Nevadillo blanco* el mayor número de cosecheros.

12.—OLIVO RODRIGUEZ.—OLEA EUROPÆA RODRIGUEZII. N.

(*Variedad dedicada á Don José Demetrio Rodriguez, Botánico de gran mérito, Vice-Profesor de Botánica jubilado en el Real Jardin de Madrid, y uno de mis Maestros en dicha Ciencia*). Véase la fig. 12.ª de la lám. 10 rect. *A*.

Descripcion.=*Ramos* largos, los laterales colgantes: *Hojas* grandes, verdes: *Frutos* medianos ó pequeños, redondeados, negros, atetillados, racimosos, tenaces, de hueso adherente, con cabillos largos.

Observaciones.=A esta planta llaman *Racimal* en Torredonjimeno, y la tengo por afine á la nombrada en Francia *Bouteillan ó Boutiniane, la Ribière ó Ribies y la Rapugnette*. Está poco estendido su cultivo, y se reputa por árbol medianamente esquilmeño.

13.—OLIVO GARCIA.—OLEA EUROPÆA GARCIÆ. N.

(*Dedicada á Don Donato García, Catedrático de Mineralogía del Real Muséo de Ciencias Naturales de Madrid, mi Maestro en dicha Ciencia, Botánico muy apreciable, y discípulo de los mas queridos del Señor Cavanilles*). Véase la figura 13.ª de la lámina 10 rect. *A*.

Descripcion.=*Ramos* rectos, largos: *Hojas* grandes, verdes: *Fruto* mediano, aovado, negro, lustroso, por lo comun atetillado, oloroso, poco mollar, de hueso adherente.

Observaciones=Solamente he reconocido esta variedad en Pinos de la Puente y en Torredonjimeno, nombrándose *Olivo alameño* en la primera poblacion y *Baral negro* en la segunda. Es afine á la que llaman *Cayon o plant étranger de Cuers* en las inmediaciones de Draguignan y de Tolon. Presenta sus troncos gruesos y sus ramos vigorosos, exigiendo esmero en la poda, y produciendo abundante esquilmo en los años alternos. Hállase poco estendido su cultivo en los territorios de las dos poblaciones arriba citadas.

14.—OLIVO ALCON.—OLEA EUROPÆA ALCONII. N.

(*La dedico á Don Andres Alcon, Catedrático de Química del Real Muséo de Ciencias Naturales, Botánico recomendable y uno de los discípulos mas estimados del Señor Cavanilles*). Véase la figura 14.ª de la lámina 10 rect. *A*.

labra *estacion* es esencialmente relativa al clima, al terreno de un lugar dado; y la de *habitacion* se refiere mas bien á las circunstancias geográficas y aun geológicas. El estudio de las estaciones es por decirlo así, la *Topografía*, y el de las habitaciones, la *Geografía*

Esta variedad, á la que dan el nombre de *Baral blanco* en Torredonjimeno, en donde la he observado únicamente, difiere casi solo de la anterior por tener las hojas plateadas y ser planta poco esquilmeña. Está como la precedente poco estendida en el pais.

15.—OLIVO BOUTELOU.—OLEA EUROPÆA BOUTELOUI. N.

(*Dedícase á Don Esteban y á Don Claudio Boutelou, acreditados Agrónomos españoles, ambos Autores de obras agrícolas de mucho mérito, y el Don Claudio, adicionador de la Agricultura de Herrera*). Véase la figura 15.ª de la lámina 10 rect. *A*.

Descripcion.=*Ramos* numerosos, muy largos, los laterales colgantes: *Hojas* medianas, verde-amarillentas: *Fruto* mediano, aovado, negro, con estilo persistente, huesudo, adherente, mollar.

Observaciones.=Este olivo, que llaman *Colchonudo* en Torredonjimeno, en cuyos olivares únicamente lo he examinado, se halla poco estendido, y es planta poco esquilmeña, avezera y temprana.

16.—OLIVO VALLEJO.—OLEA EUROPÆA VALLEJII. N.

(*Dedico esta variedad á Don José Mariano Vallejo, Autor de muy buenas obras de Matemáticas, y Agrónomo muy zeloso en promover por medio de sus escritos los adelantos de la Agricultura teórica y práctica*). Véase la figura 16.ª de la lámina 10 rect. *A*.

Descripcion.=*Ramos* cortos y encorvados: *Hojas* medianas, de un verde obscuro: *Fruto* pequeño, redondeado, negro, adherente, mollar, con cabillos muy cortos.

Observaciones.=Llaman *Negrillo* á este olivo en Torredonjimeno, en cuyo término lo he visto solamente. Su cultivo se halla poco estendido, siendo planta corpulenta y poco esquilmeña.

17.—OLIVO BANQUERI.—OLEA EUROPÆA BANQUERII. N.

(*La dedico á Don Justo José Banqueri, Presidente de la Real Junta de Aranceles, Autor de muy buenos escritos económico-agrónomos, y á Don José Antonio Banqueri, Prior Claustral que fué de la Catedral de Tortosa, traductor y anotador sabio del libro de Agricultura árabe del sevillano Ebn El Awam.*) Véase la figura 17.ª de la lámina 10 rect. *A*.

Descripcion=*Ramos* medianos y encorvados: *Hojas* pequeñas, estrechas, de un verde claro: *Fruto* pequeño, aovado, negro, oloroso, tenaz.

Observaciones=Esta variedad, nombrada comunmente *Lechin*, se diferencia mucho del *Lechin oval* del Señor Clemente, y se halla tambien mas divulgada en Andalucía, prefiriéndose á todas las otras castas en varios territorios, como acontece en el Valle de Lecrin (Reino de Granada). Pasa por planta muy fructífera y productora de muy esquisito y abundante aceite. Ama con particularidad los terrenos de regadío y los abonos.

18.—OLIVO PEREZ.—OLEA EUROPÆA PEREZII. N.

(*Esta variedad la dedico á Don José María Perez, Oficial Mayor del Ministerio de Fomento, Individuo de la Real Sociedad Económica Matri-*

Botánica. La confusion de estas dos clases de idéas es una de las causas que mas ha retardado la ciencia, y que la han impedido adquirir alguna exactitud.

44 Todas las plantas de un pais, todas las de un parage dado es-

---

tense, promovedor zeloso de los progresos de la industria especialmente agrícola). Véase la figura 18.ª de la lámina 10 rect. *A*.

Descripcion.=Ramos cortos y encorvados: *Hojas* medianas, verdes: *Fruto* negro, mediano, ovalado, con alguna tetilla lateral, de hueso no adherente, tenaz y temprano.

Observaciones.=He reconocido esta casta solamente en los olivares de Torredonjimeno, donde se halla muy poco propagada y sin nombre, presentando árboles medianos y poco esquilmeños.

19.—OLIVO CALDERON.—OLEA EUROPÆA CALDERONII. N.

(*La dedico á Don Angel Calderon de la Barca, Oficial de la Primera Secretaría del Despacho de Estado, Autor de muy buenos escritos de Botánica aplicada á la Agricultura*). Véase la fig. 19.ª de la lám. 10 rect. *A*.

Descripcion.=Ramos cortos y encorvados: *Hojas* medianas, plateadas: *Fruto* mediano, ovalado ó mas bien trasovado, negro, umbilicado, con estilo persistente, de hueso adherente, mollar.

Observaciones.=No tiene nombre esta variedad en el término de Torredonjimeno, en donde únicamente la he encontrado. Está muy poco estendido su cultivo, y es planta mediana y esquilmeña.

20.—OLIVO ELIZONDO.—OLEA EUROPÆA ELIZONDII N.

(*Dedicada á Don José Elizondo, Profesor de Matemáticas en el Colegio de Humanidades de la calle de la Madera en Madrid, Individuo de la Real Sociedad Económica Matritense y Adicionador de la obra de Juan de Arrieta publicada por esta Sociedad en su edicion de la Agricultura de Herrera*). Véase la figura 20.ª de la lámina 10 rect. *A*.

Descripcion.=Ramos muy cortos y encorvados: *Hojas* pequeñas, verdes: *Fruto* muy pequeño, aovado, sin tetilla, negro, lustroso, huesudo, adherente, tenaz.

Observaciones=He visto ésta variedad solamente en Torredonjimeno, en donde le llaman *Ojo de liebre*, y es planta avezera y poco esquilmeña, sin duda porque exije para producir bien terreno sustancioso y esmero en el cultivo.

21.—OLIVO NIEVA.—OLEA EUROPÆA NIEVÆ. N.

(*Variedad dedicada á Don José María de Nieva, de la Academia Grecolatina, Redactor primero de la Gaceta de Madrid, Autor de varios escritos muy interesantes sobre la Agricultura, de los que algunos han visto ya la luz pública*). Véase la figura 21.ª de la lámina 10 rect. *A*.

Descripcion.=Ramos cortos y encorvados: *Hojas* pequeñas, de un verde plateado: *Fruto* mediano, oval, dorado-verduzco, sabroso, mollar.

Observaciones=En el olivar que llaman de *Benitez*, ya citado, existen sin nombre algunos pies de esta rara variedad, los que he observado cargar bien de fruto casi todos los años. Es muy afine á la variedad nombrada en la Provenza y Languedoc *Caillet rouge*, *Olivier de figaniere*.

Esplicacion de algunas voces usadas en este Ensayo.

ACEITON. *Elæarragia* (*Patologia vegetal*). Adopto con preferencia esta

tán como en guerra las unas respecto de las otras. Todas están dotadas de medios de repreduccion y de nutricion mas ó ménos eficaces. Las primeras, que se establecen por casualidad en un parage dado, cooperan, por esta misma circunstancia de ocupar un espacio determinado, á escluir de él las demas especies: las mayores ahogan á las menores; las mas vivaces reemplazan á las de menor duracion; y las mas fecundas se apoderan por grados del espacio que pudieron ocupar las que se multiplican mas difícilmente.

45 En esta lucha perpetua se presentan fenómenos dignos de la mayor atencion; pues que hay plantas que, segun su organizacion, necesitan determinadas condiciones para su existencia; otras no pueden vivir donde no hallan una cantidad fija de agua salada; otras, donde no tienen, en cierta época del año, una cantidad determinada de agua, ó intensidad, determinada tambien, de luz solar &c. &c. En cuanto á las condiciones de existencia de cada especie, no están rigurosamente fijas, admitiendo una cierta latitud entre límites determinados.

---

denominacion de la enfermedad de los olivos, que llaman tambien en Andalucía *pringue*, *hollin*, *tizne*, *tiña*, *aceitillo*, *melazo*, *&c.*; y consiste en el derrame escesivo de un humor aceitoso que se vuelve negro por su esposicion al aire, el cual fluye principalmente de la superficie superior de las hojas y de los ramillos tiernos de estas plantas, ocasionando por lo ménos diminucion considerable de la cosècha. Cierto grado de abundancia de jugos nutricios en el terreno y el mucho vigor del árbol son, á mi entender y segun mis observaciones, las causas mas probables de esta enfermedad, que se cura procurando por los medios posibles disminuir á las plantas los alimentos. Incluyo esta afeccion, dándole el nombre de *Elæarragia*, en la clase de los *Flujos* de un *Tratado de las enfermedades de las plantas*, ó sea de *Patologia vegetal*, que tengo concluido y acaso verá pronto la luz pública.

ADHERENTE. *Adherens.* Llamo *fruto adherente* ó *de hueso adherente* á las aceitunas que tienen la carne ó pulpa tan apegada al hueso, que no se desprenden de él ni le sueltan de un todo con facilidad.

AOVADO. *Ovatus.* Se dice de los frutos (ó de cualquiera otro órgano) que, siendo mas largos que anchos, están redondeados por su base y estrechados por la punta: ó bien, que presentan la forma de un huevo; pero teniendo el mayor diámetro trasversal notablemente mas cercano á la base que á la punta.

ARRACIMADO. *Racemosus.* A pesar de ser la inflorescencia de todos los olivos racimosa, se advierte en algunas castas tendencia notable á presentar los frutos arracimados ó en racimo, al mismo tiempo que otras variedades aparentan en el modo de llevar los frutos la inflorescencia sencilla; llamo pues arracimados á los del caso primero.

ARRIMADAS. *Adpressa.* Le uso para denotar las hojas que están aproximadas contra los ramos en toda su longitud.

AVEZERA. *Alternis annis ferax.* Llámase así en algunas partes de Andalucía la planta que carga de fruto por lo regular un año sí y otro no.

COLGANTES. *Dependentes.* Se aplica á los ramos que, formando poco arco, cuelgan casi perpendiculares al horizonte.

46 Tambien resulta de las observaciones, que, á medida que la localidad en que se desarrolla una planta es mas contraria á su naturaleza, tanto mas débil crece en ella; de manera, que hay especies, que, adquiriendo todo su desarrollo en un terreno arenoso y ahogando á todas las que están en sus inmediaciones, podrá en un terreno compacto, ser ahogado con mas facilidad por las mismas especies que ella hubiera subyugado en su suelo predilecto. Lo que el terreno produce, en el ejemplo acabado de citar, pudiera ser producido en otros casos fáciles de observar, por la temperatura, la luz, el agua ó la atmósfera: verificándose tambien que las mismas plantas en las mismas localidades, pugnan las unas con las otras, y con éxito diferente, segun su edad, robustez, &c. El mismo efecto puede producirse por enfermedades ó accidentes, por la diversa naturaleza de las capas de tierra á diferentes profundidades, por las intemperies mas peligrosas para una especie que para otra, y últimamente por la accion del hombre.

ELIPTICO. *Elipticus.* Elíptica ú oval se dice la figura, que presenta una elipse regular (poco mas ó ménos), es decir, que tiene mas grande el diámetro longitudinal que el trasversal, y se estrechan con igualdad sus dos estremidades terminando en forma redondeada.

ESQUILMEÑO. *Ferax.* Adjetivo usado en Andalucía para designar la planta que produce por lo comun frutos abundantes.

ESTILO PERSISTENTE *Stylus persistens.* Espresion con que se demuestra que la base del estilo de la flor subsiste fija sin caerse en la estremidad del fruto.

LUCIO. *Argentatus.* Término que se adopta en el Reino de Granada para dar á conocer el lustre y color muy plateados de las hojas de algunas variedades de olivo También usan de esta voz para designar una variedad á que llaman *Olivo lucio.*

MOLLAR. *Deciduus.* Nombramos así al fruto que con facilidad se desprende del árbol, y necesita por consiguiente de muy poco avareo en su completa madurez.

OLOROSO. *Odoratus.* Se aplica al fruto que aun no estando maduro ofrece buen olor en el interior de su pulpa desprendida del hueso.

OVAL. *Ovalis.* Lo mismo que ELÍPTICO.

OVALADO. *Ovalis.* Lo mismo que ELÍPTICO (en Botánica).

PENDULOS. Lo mismo que COLGANTES.

PLATEADAS. *Argentata.* Adjetivo de que nos servimos para denominar las hojas, que tienen el lustre y color parecidos á la plata.

RECTOS. *Erecti.* Aplícase á los ramos que suben perpendiculares al horizonte.

TENAZ. *Tenax.* Se dice del fruto que resiste á desprenderse del árbol, y necesita de fuerte avareo aun estando en su plena madurez.

TRASOVADO. *Obovatus.* Aovado al reves: es decir, que presentando el fruto (ú órgano) la figura aovada, tiene la parte estrecha hacia la base y la ensanchada hacia la estremidad

UMBILICADO. *Umbilicatus.* Aplícase á los frutos que en su estremidad presentan una depresion ú hoyuelo á manera de ombligo."

47 Tambien debemos indicar un hecho observado hace mucho tiempo, pero mas metódicamente por *Mr. Humboldt*, á saber; que hay especies, cuyos individuos se hallan mas frecuentemente esparcidos ó separados entre sí; y otras que se han apellidado *sociales*, cuyos individuos nacen aproximados, y como en familias numerosas. Este efecto se debe á causas diversas. Por ejemplo, cuando un terreno dado, es de una naturaleza tan particular que conviene muy bien á ciertas especies, y mal á la mayor parte de las demas, los que allí prosperan, concluyen por apoderarse enteramente del terreno. Así es, que se hallan plantas sociales, en todos los terrenos particulares, como el *elimus arenarius* en las arenas, los brezos en los eriales &c. &c.; siendo efectivamente sociales todas estas plantas, porque no viven sinó reunidas muchas en determinadas localidades.

Al contrario, cuando un terreno conviene en el mismo grado á un gran número de vegetales diferentes, estos pugnan á un tiempo, á igualdad de fuerzas, para establecerse en él, y viven entónces mezclados. Por esta causa en nuestros terrenos cultivados, prosperan todas las malas yerbas mezcladas cuando se las deja en libertad, como sucede en los bosques de las regiones fértiles de los trópicos que presentan gran variedad de árboles, miéntras que los de los paises templados, ménos favorecidos del clima presentan por lo comun una clase dominante.

48 En fin, las especies eminentemente robustas, que por esta causa se hallan por lo general dispersas, llegan á ser algunas veces sociales, como se verifica por ejemplo, en los terrenos muy malos, donde pueden vivir estas plantas robustas, miéntras que perecen las demas.

49 A estas causas generales, deducidas del modo de nutrirse, deben añadirse las que dependen de la reproduccion de las plantas; las que se propagan por raices, tallos ó vástagos rastreros, las que producen gran número de semillas, que no pueden ser conducidas á gran distancia por los vientos, viven mas aproximadas entre sí, que las de organizacion análoga por otra parte, pero de semillas, poco numerosas ó muy volátiles. La disposicion ó aproximacion de los individuos de la misma especie es, pues, una consecuencia inmediata de la teoría general de las estaciones, bajo el aspecto con que la hemos desenvuelto.

50 La clasificacion de las estaciones de las plantas, á pesar de la sencillez aparente con que se suele presentar, es en realidad muy complicada, y poco susceptible de una exactitud rigurosa; pero una *estacion* es una especie de resultado medio, producido por la combi-

nacion variada y desigual de todas estas circunstancias parciales; así, una laguna es diferente de sí misma segun se alimente de agua dulce ó salada; si está en un suelo arcilloso ó arenaceo, en llanura ó montaña, en clima cálido ó frio, &c. Aunque esta dificultad es evidente, con todo, existen datos generales en las estaciones; por lo que es útil distinguirlas, aun cuando no pueda ejecutarse con todo el rigor que desearíamos.

51 Por esta causa vamos á presentar aquí las clases que parecen ménos inciertas, y son las siguientes: 1.ª Las plantas *marítimas ó salinas*, es decir, las que sin crecer sumergidas en el agua salada, y sin flotar en su superficie, necesitan vivir sin embargo próximas á las aguas saladas. 2.ª Las plantas *marínas* llamadas recientemente *Thalassiophytes* por *Mr. Lamouroux*, que crecen ó sumergidas en el agua salada, ó flotando en su superficie. 3.ª Las plantas *acuáticas*, que viven sumergidas en las aguas dulces, ya totalmente, ya flotando en la superficie, ya fijas en el suelo por sus raices con la hojarasca en el agua, ya arraigada en el suelo, y viniendo á flotar en la superficie, ó elevarse por cima de ella. 4.ª Las plantas de las *lagunas* de agua dulce y de parages muy húmedos. 5.ª Las plantas de las *praderías* y de los pastos, en cuyo estudio hay que distinguir las que por su reunion social forman el fondo de la pradería, y las que crecen entre sí con mas ó ménos frecuencia y facilidad. 6.ª Las plantas de los *terrenos cultívados*, que es una clase totalmente debida á la accion del hombre. 7.ª Las plantas de los *peñascos*, de las que se pasa por cambios insensibles, á las de las paredes. 8.ª Las plantas de los *arenales* ó de los terrenos muy flojos, en cuya clasificacion se esperimenta alguna dificultad, por confundirse las de los arenales marítimos con las plantas salinas; las de los terrenos flojos con las especies de los terrenos cultivados; y las de los arenales gruesos con las de los terrenos de guijo. 9.ª Las plantas de los *parages estériles*, en razon de ser demasiado compactos. 10.ª Las plantas de los *escombros* ó que nacen próximamente á las habitaciones humanas. 11.ª Las plantas de los *bosques*, entre las que deben distinguirse los árboles que, por su reunion, componen el bosque, y los vegetales que con mas ó ménos facilidad pueden crecer á su abrigo. 12.ª Las plantas de los *espinares* ó *breñas*, y de los setos ó vallados. 13.ª Las plantas *subterráneas*, que viven ya en las cavernas mas ó ménos obscuras, ya en el seno mismo de la tierra ó en las cavidades de los troncos viejos. 14.ª Las plantas de las *montañas*, entre las que se pudieran admitir como subdivisiones todas las de las otras esta-

ciones. 15.ª Las plantas *parásitas*, es decir, las que están desprovistas de la facultad, ó de chupar su alimento del suelo, ó de elaborarle completamente; y que no pueden vivir sinó absorviendo la savia de otro vegetal. 16.ª Las plantas *falso-parásitas*, es decir, que viven ó sobre vegetales muertos, ó sobre los vegetales vivos, pero sin absorver su savia.

52 *Tercera parte. De las habitaciones.* Acerca de las habitaciones de las plantas se presentan aun mas incertidumbres; pues hay todavía una parte de los hechos, que elude todas las teorías actuales, por estar enlazados con el orígen mismo de los séres organizados, que es el objeto mas obscuro de la *Filosofía Natural.* Todos, ó casi todos los vegetales, abandonados á sí mismos, propenden á ocupar en el Globo un espacio determinado. La investigacion de las leyes, en virtud de las cuales se verifica esta circunscripcion vegetal, forma el estudio de las *habitaciones.*

53 Si se contenta uno con los conocimientos relativos á las especies, se pueden determinar con bastante facilidad, para cada una de ellas, los límites en latitud, y en altura, que no acostumbra traspasar. La coleccion de estos hechos de detalle, es la base de la ciencia. Cuando se hayan reunido todos con exactitud, tal vez podrán deducirse leyes generales y rigurosas.

54 Lo primero que debemos advertir es que presentando la temperatura de las aguas, menores diferencias que las del aire, es probable que las plantas acuáticas deban ser ménos limitadas á climas determinados; que es justamente lo que resulta de las observaciones botánicas. El número de las especies diversas, que pueden hallarse en un espacio dado, va aumentando á medida que uno se adelanta hácia los paises cálidos, y disminuyendo hácia los paises frios. *Mr. Humboldt* cuenta 4000 especies solamente en la América templada, y 13000 en la América equinoccial entre los trópicos; 1500 en el Asia templada, y 4500 en el Asia equinoccial.

55 Se puede llegar á una precision algo mayor, comparando bajo otros aspectos la eleccion de los vegetales del Norte y Mediodia. En general, si se parte de las regiones templadas, se ve con evidencia: 1.º Que el número proporcional de las plantas dicotiledones, va aumentando segun se aproxima uno al ecuador y disminuyendo hácia el polo. 2.º Que el número de las acotiledones ó celulares siguen una regla inversa, es decir, que va aumentando hácia el polo, y disminuyendo hácia el ecuador. 3.º Que el de las monocotiledones, entre las que se comprenden los helechos, sufre pocas variaciones, compa-

rativamente á las dos clases anteriores y forma próximamente un sesto de la Flora total de cada pais, así como de la de todo el mundo.

56 Acerca de los diversos medios de trasportar las semillas de un pais á otro, se debe considerar: 1.° Que los mares son obstáculos á la propagacion de las plantas, y tanto mas poderosos, cuanto mayor es su estension. 2.° La segunda especie de límites naturales para el trasporte de los vegetales, está determinada por los desiertos de bastante estension. 3.° Una tercera especie de límites está determinada por las grandes cadenas de montañas; pero se debe observar que esta especie de límites es muy imperfecta, comparada con las dos anteriores. En fin, todo obstáculo permanente á la vegetacion de una especie, estorba el que se estienda en cierta direccion; una gran laguna es un límite para las plantas que temen el agua; un gran bosque para las que temen la sombra; y una mudanza de latitud ó de elevacion para las que temen el frio.

57 Las plantas están dotadas con cierta desigualdad, de la facultad de traspasar estos límites; é importa mucho para la cuestion, que nos ocupa, adquirir una idéa general de estos medios de trasporte. 1.° Los movimientos de las aguas trasportan frecuentemente semillas de plantas ribereñas; pero los rios presentan este efecto de un modo mas seguro que el mar, porque el agua dulce perjudica ménos que la salada á la facultad germinatriz. 2.° La atmósfera puede contribuir tambien al mismo fenómeno; todos los dias vemos que los vientos trasportan de una parte á otra las semillas que por su pequeñez, ó por las alas, penachos, garzotas ó vilanos de que están provistas, ceden fácilmente á su accion. 3.° Los animales tambien concurren al trasporte de las semillas de una region á otra; pues á veces se agarran á su lana ó pelo; y de este modo son conducidas fuera de su pais nativo. Las que están cubiertas de pericarpios carnosos, de que se alimentan algunos pájaros, resisten muchas veces al efecto de la digestion, y quedan sembradas con sus escrementos. Las emigraciones de los pájaros, á distancias considerables, y aun al traves de los mares, pueden igualmente contribuir á trasportar léjos algunas semillas. 4.° En fin, el hombre hace un papel tan importante y tan activo en el Globo, que modifica contínuamente su superficie; y su accion se deja sentir en la mayor parte de los cuerpos de la naturaleza. Se ha estendido por todo el mundo, y ha llevado consigo á todas partes los vegetales que cultiva para subvenir á sus necesidades. Cuando es reciente la introduccion de estos cultivos, no hay duda en su orígen; pero cuando es antigua, se ig-

nora la verdadera patria de estas sustancias alimenticias. Así, nadie niega el orígen americano del maiz ó de la patata, como tampoco en el antiguo mundo se duda del orígen del café. Pero hay ciertos objetos cultivados de muy antigua fecha entre los trópicos, cuyo orígen no está bien averiguado. En unas ocasiones un continente las ha suministrado al otro; y se ha verificado otras que poseyendo ambos continentes especies análogas, se confunden en la actualidad bajo el nombre de variedades. En nuestros dias hemos visto, que los ejércitos han conducido semillas y métodos de cultivo de una estremidad á otra de la Europa; lo que nos manifiesta de qué modo en los antiguos tiempos, las conquistas de Alejandro, las lejanas espediciones de los Romanos, y posteriormente las de las Cruzadas, han podido transportar muchos vegetales de una parte del mundo á la otra.

58 Pero, ademas de las plantas que cultiva el hombre, lleva sin cesar consigo otras que esparce sin advertirlo, y algunas veces contra su voluntad, en todo el ámbito del Globo; así, todas las malas yerbas que crecen entre nuestras cereales, y que tal vez hemos recibido con ellas del Asia, las hemos introducido nosotros mismos en todas las partes del mundo. Esto sucede con los trigos de Berbería; los habitantes de la parte meridional de la Europa siembran muchos siglos hace las plantas de Argel y de Tunez. Del mismo modo, con las lanas y los algodones del oriente se trasportan con frecuencia semillas de plantas exóticas, de las que algunas se connaturalizan.

59 En nuestros paises, civilizados mucho tiempo ha, y que son medianamente favorables á la vegetacion y se hallan desembarazados sin cesar de las plantas inútiles á la Agricultura, esta especie de connaturalizacion se hace con lentitud, y un gran número de plantas propagadas de este modo, perecen sin reproducirse; pero en los paises cálidos y mal cultivados, son muy fáciles estas connaturalizaciones. En la Nueva Holanda, en la América, en el cabo de Buena Esperanza, se hallan mas especies originarias de Europa, que de ninguna otra parte del mundo. De donde se infiere la influencia del hombre sobre la de las causas puramente físicas. Los paises á donde llega por primera vez, solo presentan especies verdaderamente indígenas, y á medida que se multiplican las relaciones de comercio se aumenta el número de plantas Européas ó comunes á diversos continentes.

60 De cuanto acabamos de esponer acerca de la accion perpétua de las cuatro causas de transporte de las semillas, á saber: las aguas, los vientos, los animales y el hombre, se hallará que son muy su-

ficientes para esplicar el corto número de vegetales que se hallan semejantes en diversos continentes.

Luego, del conjunto de estos hechos se puede deducir que existen *regiones botánicas*: designando con este nombre espacios cualesquiera, que, esceptuando algunas especies introducidas, presentan un cierto número de plantas que les son particulares. Las de una region se distribuyen en ella, segun su naturaleza, en las localidades que les conviene, y propenden con mas ó ménos energía á traspasar sus límites, y difundirse por todo el mundo; pero la mayor parte son detenidas, ó por mares ó por desiertos, ó por mudanzas de temperatura, ó solamente por encontrar espacios ya ocupados por las plantas de otra region.

61 Estamos aun léjos de poder aplicar estos principios con la debida exactitud; pero no obstante, ya se pueden vislumbrar algunas de estas regiones, de modo que esciten la atencion de los espíritus investigadores. Toda la teoría de la *Geografía Botánica* estriba en la idéa que se da del orígen de los seres organizados, y de la permanencia de las especies: las cuales se hallan distribuidas en el Globo, en parte segun leyes que pueden deducirse inmediatamente de la combinacion de los principios conocidos de la Fisiología y de la Física, y en parte segun las que parecen depender del orígen de las cosas, y que nos son desconocidas.

Tal es, en resúmen, el punto en que la *Geografía Botánica* se ha visto en precision de detenerse. No perdamos de vista que esta Ciencia no ha podido principiar, sinó cuando el estudio de las especies se ha estendido lo suficiente para suministrarla hechos numerosos y fijos, y que por otra parte, importa estudiar mucho para fijar sus bases, ántes que las relaciones de comercio, las connaturalizaciones, los viages, el cultivo en los jardines hayan acabado de confundir todas las regiones y aun hayan ligado algunas veces las especies entre sí con producciones intermedias.

62 Para dar una idéa, tanto del grado real de confianza que puede darse á los resultados de los conocimientos adquiridos hasta el dia, y del número de las especies que falta descubrir, para poder establecer la geografía de las plantas en el conocimiento real de las especies, terminarémos este asunto presentando un cálculo aproximado acerca del número proporcional de las especies conocidas á las que falta descubrir en el Globo.

El catálogo mas completo que en el dia se tiene acerca del reino vegetal, es el *Enchiridium de Persoon*; contiene 21000 especies,

sin comprender las criptógamas, que se pueden apreciar en 6000. Desde esta época las grandes obras de *MMrs. Brown, Humboldt, Pursh* han dado á conocer muchos miles, y en las colecciones de los Naturalistas existe un gran número de plantas, que aunque sin describir, no por esto pueden considerarse como desconocidas. Y si diversos Botánicos hiciesen simultáneamente el mismo trabajo sobre todas las familias del reino vegetal, las 27000 especies indicadas en la obra de *Persoon*, llegarían á 56000.

63 Mas si se atiende á que de medio siglo á esta parte es cuando se han recogido las mas; si se compara el número proporcional de las especies Européas y Estrangeras; y si se trata de formar una idéa de la estension de unos paises poco ó nada recorridos por los Botánicos y del número de los vegetales que deben contener, se llega por todos estos diversos caminos, á este importante resultado, á saber: que *es probable no hayamos recolectado aun sinó la mitad de los vegetales del Globo, y que por consiguiente el número total de las especies puede valuarse entre* 110000 *y* 120000; número prodigioso, que induce á probar la estraordinaria y admirable fecundidad de la naturaleza; demostrándonos la necesidad de perfeccionar en lo posible los métodos de clasificacion natural.

64 De todo lo espuesto se deduce, que las leyes de la *Geografía Botánica* no estriban sinó en el conocimiento, las mas veces incompleto, de la cuarta parte de los vegetales del Globo. Este número, aunque limitado, puede sin embargo bastar para dar una idéa de la teoría de las *estaciones*, porque el estudio de una sola region es suficiente para esplicar una multitud de hechos comunes á las demas; pero en cuanto á la teoría de las *habitaciones*, necesitamos hechos mas numerosos y exactos. Por lo que terminarémos este punto, rogando, tanto á los Botánicos, como á los Viageros, Físicos y Geógrafos que procuren, por cuantos medios estén en sus facultades, cooperar á que se puedan deducir á la mayor brevedad las leyes generales que tanto importa descubrir para beneficio del género humano.

CAPÍTULO SEGUNDO.

Modo de filtrar las aguas, prepararlas ó purificarlas, ya sea para los usos domésticos, ya para los de la Agricultura, y ya para su empléo en las Artes, haciendo aplicacion á las aguas de nuestro territorio.

65 Así como la Naturaleza no presenta las mas veces el agua don-

de el hombre la necesita, y es indispensable, segun hemos manifesdo (144 L. 3), dar á conocer los medios de conducirla de unos parages á otros, sucede análogamente lo mismo con sus cualidades. Siendo tan variadas las maneras con que aparecen las aguas, y de que hemos hablado en la introduccion, resulta que sus propiedades deben ser muy diferentes; y sucede con frecuencia que el hombre necesita en muchas ocasiones para sus conveniencias ó necesidades el agua de diferente modo que la ofrece la Naturaleza en una localidad determinada. Por lo cual, es de la mas absoluta necesidad, si se quiere saber sacar partido de las aguas de cada parage, manifestar los medios de bonificarlas para el objeto á que hayan de servir. Esto es lo que va á formar la materia de este capítulo.

66 En efecto, despues de haber establecido los resultados generales, que presenta el agua, conviene indicar las calidades que debe reunir para obrar eficazmente segun las diversas circunstancias; porque desgraciadamente la Naturaleza no la presenta siempre idéntica en sí misma. Unas veces se halla cargada de sales; otras contiene gases; y entre estas sustancias estrañas, las hay que perjudican á los animales que la beben, cuando al contrario, otras suministran nuevos auxilios al arte de curar. Ciertas aguas, sin contener ningun principio mal sano ó perjudicial, no pueden servir para los usos domésticos; otras no pueden emplearse en ciertos ramos de industria; asi es, que los lavaderos ya de lana, ya de ropa, las fábricas de papel y de almidon, las tintorerías, las tenerías y otros establecimientos semejantes, exigen calidades particulares; y otras podrían ser perjudiciales á la Agricultura. Luego es de absoluta necesidad, indicar los medios de reconocer las sustancias que contiene, si no de un modo exacto y preciso, al ménos del que baste á servir de guia en la eleccion que de ellas se debe hacer.

67 La Naturaleza nunca nos presenta este líquido en estado de pureza; sin embargo, el agua de lluvia únicamente suele contener vestigios de sustancias estrañas; mas para obtenerla tal, es preciso dejarla reposar precisa é inmediatamente en depósitos ó vasos destinados á recogerla; de lo contrario, ántes de llegar á ellos, al pasar por diferentes superficies, arrastra y disuelve siempre una pequeña porcion de los cuerpos que halla en su tránsito.

68 Si el agua, tal como la Naturaleza nos la presenta, no es jamas de una pureza absoluta, al ménos la encontramos frecuentemente en un estado que se le aproxima bastante para poderse aplicar á los diversos usos domésticos. Se reconoce entónces en ser cristalina,

en la frescura de su sabor, en la trasparencia que conserva durante la ebullicion, y en el corto residuo que deja al evaporarse. Disuelve el jabon sin agrumarse, ni formar cuajarones; las legumbres secas se cuecen en ellas sin endurecerse. Tales son los caractéres que poséen las aguas potables, propias á los usos económicos y domésticos. En general, corren por un suelo silíceo y no traen su orígen de terrenos calcáreos.

69 Despues de haber determinado, cómo se puede uno asegurar de la buena cualidad de las aguas, se debe indagar en qué casos es posible mejorar las que se encuentran alteradas por sustancias heterogéneas. Cuando esta alteracion procede de circunstancias fortuitas ó casuales, se pueden precaver y muchas veces destruir sus efectos, ya dejándolas en reposo, ya filtrándolas en aparatos dispuestos á los usos domésticos, ó ya en grande, purificando las que han de servir para abastecer las poblaciones ó satisfacer las necesidades de la industria. Para esto, se adoptan los simples medios mecánicos que bastan por sí solos, cuando la alteracion que ha sufrido el agua proviene únicamente de sustancias heterogéneas, que se hallan suspensas en ellas en razon de su gran tenuidad. Mas cuando se hallan estancadas las aguas y son fétidas, es necesario no solo emplear los medios de desprenderlas de su légamo, sinó de destruir el olor inficionado que las hace desagradables, y muchas veces peligrosas. Se puede esplicar de un modo satisfactorio la dificultad que se observa en cocer los alimentos en las aguas que se suelen llamar *crudas*; porque esto depende de la poca solubilidad de ciertas sales, que á medida que el agua se evapora, por los progresos de la ebullicion, vienen á depositarse en la superficie de las sustancias sometidas á la coccion, las incrustan, las dan rigidez, y las hacen de tal modo inaccesibles, que no hay penetracion, ni reblandecimiento; y en vez de alimentar, al comer las sustancias cocidas en ellas, contribuyen á indisposiciones perjudiciales.

70 Principiarémos por insertar lo que nuestros Escritores han dicho sobre tan interesante asunto; por ser el medio mas directo de conseguir el bien.

El cap. IX de la obra intitulada *Fluencia de las aguas por Don Teodoro Ardemans*, trata de *purgar las aguas de sus impuridades*, y dice así. "Necesaria cosa es habiendo imperfeccion en una materia solicitar el remedio de ella, y de materia impura, hacerla pura y perfecta, y en esta de las aguas, que precisamente se han de beber, y que no admite dispensa, parece preciso. Veo que en muchos

pueblos es tanto el desaséo, que solo beben vascosidad, no agua, ya sea porque no alcanzan su remedio ó porque rústicamente quieren vivir con el estilo de sus antepasados, como sucede en los trages que observan. Es gran trabajo no haber cerca ó dentro de los pueblos arroyos ó rios, ya que no haya fuentes, porque estos pobres están atenidos á unas navas que suele haber entre las heredades, que cuando llueve mucho se llenan de agua, y estas se van trasporando por la tierra y surten naturalmente en alguna parte donde llaman la fuente, y en medio de que la referida agua de las navas pasa destilada por aquella porcion de tierra hasta que fluye, no obstante yo la he visto pasar por terreno que abunda de sapos, culebras, ranas, salamanquesas, y otras sabandijas muy perjudiciales, que no pueden dejar de infestar el agua; y para obviar este inconveniente, es muy necesario purgar estas aguas para que los pueblos puedan vivir sin un contínuo martirio de achaques que por esta razon se originan.

»Para las aguas que padecen de lo referido, y las que padecen de algunos betunes, légamos y otras muy salitrosas, y otras de mal olor y sabor, por lo que toman pasando por algunos minerales, es el remedio tomar tres vasijas de la mayor magnitud que se pueda de barro cocido, las cuales se pondrán ascendiendo la una mas alta que la otra, que es la tercera, de suerte que la de arriba sea el recibidor; y la mas baja el soltador. Despues de muy sentadas con esta reflexion, se dará la providencia de cómo ha de entrar el agua dentro del recibidor, ó por su pie, ó echándola á cántaros: esto es licencioso para que cada uno lo haga como le pareciere, ó le tuviere conveniencia. Despues se tomará guijo granigordo, se lavará muy bien y se echará en la primera vasija alta, tanto que ocupe la mitad de ella. Despues, en la del medio se echará otro tanto guijo mas menudo, y muy bien lavado. En la tercera, se echará otra tanta arena granigorda y muy lavada, y habiendo sentado en cada vasija su caño de bronce, para que de una en otra vaya pasando el agua, poniendo delante de cada caño por la parte interior un rayito muy menudo de laton, para que por el caño no se introduzca de uno á otro cosa alguna, y despues se pondrá una cuarta vasija mas inferior á todas, que esta ha de estar puesta de suerte que en lugar de caño tenga una llave de bronce, para abrir y cerrar cuando sea necesario. Esta vasija se llama recipiente, que es adonde cae el agua que ha destilado de las tres vasijas, y cuando se quiera tomar agua se abrirá su llave y sacará la necesaria y siempre será menester para que estas vasijas estén con limpieza y aséo, ponerle á cada una su

tapa de madera para que estén cubiertas; y para que el agua salga con mas perfeccion, entre el guijo y arena, se echarán unos cañutos de azufre, y de cuando en cuando un poco de palo de taray........Creo que se podrá decir que con esta purgacion de agua generalmente se podrán limpiar todas las que padecen algunas de las imperfecciones referidas: aunque si habiendo pasado una vez por las vasijas insistiese lo salitroso, discurro que en volviéndola á pasar, se acabará. Y advierto que para volver á pasar las aguas para que se acaben de perfeccionar, es necesario volver á lavar muy bien todos los guijos y arena; y cuando en algunas aguas no bastase, se cocerán tres panes de harina de trigo, y si no bastase con tres panes, poner dentro de cada vasija uno, y esto bastará para consumir lo salitroso, que le hubiese quedado, y si tampoco no bastase, será preciso cocer el pan en la misma agua que se ha de beber......*Plinio* en su libro 21 cap. 1 dice que el agua amarga y salobre se vuelve dulce echando en ella una gachuela de harina de trigo, meneándola bien con un baston, que dentro de tres horas se podrá beber. Y *Laguna* en *Dioscórides* capítulo 34 dice que para dar bellísimo sabor al agua, no hay otra cosa mas eficaz que hervir dentro de ella cuatro ó cinco nísporas maduras, y le quedará un colorcito como de canela muy claro, y que ademas de ser de bello sabor, conforta el estómago relajado.

»Tambien dice Josefo *De Antiquit.* Que estando *Moyses* en los desiertos de Moab, muy estériles de agua, y no habiendo hallado gota en los pueblos para beber, sinó es la de un pozo muy sucio y amargo, dispuso escoger unos cuantos mozos, y les mandó que sacasen agua de aquel pozo y la volviesen á echar dentro. Esto lo repitieron muchas veces, tanto que quedó con el golpéo bellísima sin el mal olor y muy delgada; que socorrió su necesidad muy exactamente, por lo cual muchas aguas son buenas, y por estar detenidas y sin golpéo, se corrompen y no se puede beber."

71 En la obra de *Vidal y Cabasés* ya citada (150 L. 6), hay tambien alguna cosa relativa al *mejoramiento de las aguas perniciosas á las tierras*; y de él son las idéas siguientes *.

"Toda la economía de un labrador en el particular del mejoramiento de las aguas, debe consistir en purgar ó defender al agua de las partes contrarias á la vegetacion, ya por la atenuacion, precipitacion, evaporacion, é influencias del aire, como por el temperamen-

* Dicha obra está escrita en diálogo; y aunque insertamos entre comillas lo que hemos tomado de ella, sin embargo debemos advertir que no está copiado al pie de la letra.

to conveniente. Muchas veces se puede lograr, con bastante facilidad, impedir á las aguas de contraer malas cualidades, mudando su curso y apartándolas de las tierras vidriosas, pantanosas, ferruginosas y vitriólicas........ La incorporacion de una agua buena con la de calidad inferior, es un medio que se debe practicar todas las veces que la cantidad de la buena no es suficiente, y la mala no es tan abundante que pueda esceder á la buena.

»Para aprovechar y mejorar las aguas ferruginosas, vitriólicas y demas, que pasando por diferentes minerales y contrayendo sus cualidades y virtudes, son perniciosas á las producciones de la tierra, no es menester mas economía que hacerlas pasar por medio de los estiércoles. Con este arbitrio se alcanza el que sean excelentes para el riego, y para promover la vegetacion eficazmente. Tambien se corrigen por medio de estanques. A este respecto se encuentran diferentes métodos segun el vicio que se quiere quitar al agua. Si es demasiado fria, y su temperamento no se acomoda al del terreno, se la busca el calor conveniente construyendo un estanque expuesto al medio dia dentro del cual se hace detener el agua hasta que haya perdido su demasiada frialdad. Por otra parte, se la puede comunicar el calor mas prontamente usando de la cal y del estiércol del caballo recien sacado de la caballeriza y metido en el estanque. Todas las aguas se mejoran por medio de cualquier rueda que se establezca en el riachuelo, ó bien haciéndola saltar á modo de juego de agua, porque con la agitacion pierde su crudeza. De esta manera, se desprenden las partículas areniscas, se disuelven sus viscosidades, se liquidan los hielos, se exponen á las influencias del aire, y se las da actividad. Nadie ignora que pasando diferentes veces la agua de un vaso á otro, se hace mas pura, mas disolvente y ménos cruda, pues cuanto mas se bate, tanto mas adquiere las cualidades necesarias.

»El medio mas eficaz para el mejoramiento de las aguas es la filtracion. La misma naturaleza lo manifiesta. Hay muchas fuentes que no fluyen sinó cuando el sol tiene bastante actividad para derretir las nieves y hielos, las cuales cesan de manar luego que deja de tener la misma fuerza. Todas estas aguas provienen de los hielos y nieves derretidas. Si filtran por las peñas duras ó por las tierras areniscas, adquieren la misma propiedad que las aguas del cielo; y al contrario, si pasan por piedras blandas, y por tierras poco pedregosas, quedan malas y nocivas......Puede creerse que si, á imitacion de la naturaleza, se hicieran pasar las aguas viscosas, crudas, frias, pantanosas, petrificantes, y tal vez las ferruginosas y vitriólicas por un banco

artificial de arena, perderían todas sus cualidades perniciosas.......Por este medio que, en muchos lugares podría hacerse con un gasto bastante reducido, lograrían muchos pueblos que no tienen para beber sinó aguas blandas, viscosas y pesadas, purificarlas y hacerlas saludables. Otra especie de filtracion se ha descubierto que es mas propia para corregir las aguas viscosas y cargadas de arena. Consiste, pues, en que pasen por medio de muchas ramas de pino verde con hojas, Estas se pueden emplear de dos maneras. La 1.ª llenando de ellas un estanque y apretándolas fuertemente contra su salida. La 2.ª formando dos setos tejidos, uno de los cuales vista todo lo interior del estanque del lado de la salida, y el otro se ponga de la parte de afuera. Las partes nocivas, viscosas, areniscas &c. se detienen en estas ramas, las cuales se mudan luego que han caido sus hojas....."

Aquí se notan observaciones de la mayor importancia, y se indican procedimientos sumamente ventajosos, y que algunos acaso esceden á las luces de la época en que se escribieron. Sin embargo, parece que se ha hecho poco aprecio de ellos, sin duda por la indiferencia con que miramos nuestros adelantamientos.

72 Juzgamos tambien oportuno estractar aquí el capítulo 13 de la obra de *Guglielmini*, que ya hemos citado (15 Lib. 2); y que trata de los abonos de la tierra, y del modo con que aquellos pueden conseguirse con utilidad.

"El nombre de abono tiene diversos significados; pero aquí se toma solamente por *el modo de hacer útil un terreno*, que ha quedado ó está infructífero, á causa del agua estancada continuamente ó la mayor parte del año en su superficie. Esto se consigue de dos modos, á saber; ó por la *desecacion ó por aluvion. Los abonos hechos por desecacion son aquellos que para obtenerlos*, sin alterar la superficie del terreno que se ha de abonar, se procura ó *que las aguas corran por otro lado*, y de este modo cesando la causa, cesa tambien el efecto de la inundacion, ó *que caminan directamente á su término*, lo que se consigue por medio de la escavacion de canales proporcionadas, *sin que ocupen otro sitio que el de su conducto.* Las aguas se separan del sitio inundado, ó concentrándolas dentro de su propio álveo, impidiendo el derrame que tenían, por medio de vallados puestos á la orilla, ó si esto no basta, con hacer que tomen otro camino, y darles nueva salida.

»En cuanto á la escavacion de los fosos, *rara vez pueden traer estos otra utilidad que dar salida al agua llovediza ó de lagunas*; pero no á la de los rios, sinó con mucha dificultad y pérdida de tiem-

po...... Este medio se practica en aquellos sitios *que son tan bajos de superficie que no puede tener corriente de parte alguna; y á fin de que semejantes sitios puedan tener la corriente necesaria para mantenerse enjutos, es preciso levantarles de superficie*; lo cual aunque en parages pequeños pueda obtenerse trayendo la tierra de otra parte, es moralmente imposible respecto de terrenos dilatados; y por el contrario, fácilmente se obtiene con valerse de las fuerzas de la naturaleza, esto es, con hacer que los rios cenagosos trasporten la tierra. *De dos modos se puede emplear el agua turbia de los rios para levantar el terreno bajo; esto es, ó con hacer desembocar los rios, torrentes ó canales con todo el cuerpo de su agua, ó con tomar del rio inmediato la cantidad de agua turbia que se considere suficiente para obtener el fin propuesto. Cuando un rio desemboca todo en un sitio bajo, no hay duda que toda ó la mayor parte de la materia térrea* que lo enturbia, se aposará, y de consiguiente se levantará el sitio bajo, llenándose de tierra sus concavidades. Sobre esto son de notar diversos efectos de esta desembocadura abierta; porque 1.° *la altura de la laguna se hará mayor que era*; y por esto, dilatándose su circunferencia, ocupará terrenos que ántes eran buenos; y como por lo comun *las lagunas ocupan la parte mas baja de la llanura*, y la superficie de esta tiene un declive insensible, de aquí es, que elevándose la superficie de la laguna, se estenderá las mas de las veces ocupando un espacio considerable de los terrenos fértiles que la circundaban ántes, los que por esta causa, se harán pantanosos. 2.° *Si en la laguna entraban las corrientes de los campos de arriba, levantándose el agua de la misma*, y mucho mas en la creciente del rio, *surtirá por sus álveos*, tapando con tierra la desembocadura, y por cualquiera otra parte de la salida, poniéndose turbia, y se originarán los perniciosos efectos que trae consigo la elevacion del agua en su superficie y en su fondo. 3.° *Dejando el curso del rio á disposicion de la naturaleza, no es posible conseguir el abono de toda la laguna*, porque abrirá su álveo en el medio ó en otro parage donde naturalmente se incline, formándose el piso ó fondo con el aluvion, y separará la laguna en dos partes dejando la una á la derecha y la otra á la izquierda. 4.° *La playa del susodicho rio será mas alta en la orilla de él que en ningun otro parage*, y se inclinará hácia el fondo para ocultarse bajo el agua de la laguna. 5.° *Sucederá muchas veces que la prolongacion del rio cierre la salida*, no solo en la parte diestra y siniestra de la laguna, sinó tambien á las

corrientes que desembocan dentro, efecto á que muchas veces acompañan consecuencias sensibles. 6.º *Porque el rio en su mayor creciente, luego que baje, debe sobrepujar necesariamente sus propias riberas*; de aquí es, *que empujando mucha agua hácia dichas partes cerradas de la laguna, de tal modo se elevará su piso, que se verán precisadas á impelerse considerablemente en su salida, con la inundacion.* 7.º *Los sitios inmediatos al desagüe del rio se llenan, con la creciente de arena pura, y los mas distantes con el cieno:* pero estrechándose el rio á disposicion de un buen terreno, se forman otras arenosas sobre las cuales se aposa el cieno, esto es, cuando la avenida consiste en la estension superficial del rio. 8.º *Mientras que la laguna conserva su fondo, el rio influente no se prolonga dentro con exceso*, y hace presumir habrá en lo interior receptáculos que por siglos impidan se una con la creciente de la parte opuesta; *pero si se estrecha y dispone á poca altura del agua, entónces principia á descubrirse terreno con gran presteza en muchos parages*, y se avanza en gran manera la línea del rio. 9.º *Para reducirse el álveo dentro de la laguna es necesario que vaya elevándose su fondo en la parte superior*: y de aquí el ser preciso elevar á mayor altura el vallado que había anteriormente, ó hacerlo de nuevo en los parages en que al principio no eran necesarios. 10.º *La misma altura del fondo impide la salida á las corrientes que desembocan al rio*, y muchas veces hace inestériles los campos vecinos con los manantíos. 11.º Dado caso que el rio, que desemboca en la laguna, reciba algun otro en su propia madre, y por consecuencia que los terrenos encerrados entre dos rios influentes no puedan espeler las aguas sinó cuando mas en el punto de la confluencia, *si la elevacion del fondo del rio impide espelan las aguas dichos terrenos, indispensablemente se harán estos pantanosos.* 12.º *Lo mismo sucederá cuando en dicha laguna desembocasen dos ó mas rios inclinados por naturaleza á unirse* alargando sus líneas á un álveo solo.

»De todos estos defectos puede cualquiera comprender claramente cuales son los perjuicios que se originan de hacerse los abonos á rio abierto y qué poca utilidad presenta, por lo general, este método, y con cuanta razon escitan y mueven á los interesados particularmente cuando no se han aplicado los remedios oportunos, que podrían ser: 1.º *Los vallados ó terraplenes al derredor de la laguna*, cuando el terreno suministre materia á propósito para hacerlos de modo que resistan y puedan impedir la estension de la misma laguna; pero

es menester no equivocarse en la altura, en el grueso y buena fábrica de aquellos. 2.° *Buenos y anchos desaguaderos de la laguna*, para descargar el agua del rio, lo que sirve para impedir la excesiva elevacion del fondo de aquella. 3.° Las *zanjas* ó *regatas* cuando el sitio y circunstancias permiten su uso, para dirigirlos á otra parte cuando sea posible, lo que producirá buen efecto para el desagüe y para los obstáculos de los conductos: si no es practicable uno ú otro de estos medios, es irremediable el mal. 4.° *La division del rio* en mas brazos, para que el agua ciegue primeramente la parte superior de la laguna y despues la inferior. 5.° *Los vallados ó terraplenes al lado del rio* que impiden se estienda fuera del fondo beneficiado lo suficiente. 6.° *Conservar el brazo principal del rio* en el medio de la laguna para que pueda efectuarse el abono á un mismo tiempo de una y otra parte, y para que nunca se cierre la salida al agua clara de la misma. 7.° *Echar agua cenagosa al terreno de arena para que adquiera la fertilidad que no puede producir aquella por sí sola.* 8.° *Dar salida á algun pequeño brazo de la laguna* cuando sea necesario para que se deslice el terreno de arriba y muchas veces tambien el terreno ya beneficiado. 9.° *En el caso de que desemboquen en una misma laguna muchos rios, se debe en cuanto sea posible, separar los aluviones de cada una*, para no impedir la salida á los desagües intermedios. 10.° *Cuando la elevacian del fondo superior del rio llegue á impedir la salida del terreno*, que no puede estar en otra parte, y no se pueda conseguir de modo alguno que continuando la elevacion se hagan pantanosos, *es necesario sacar el rio de la laguna y restituirle su curso primitivo*, para que socavándose de nuevo su fondo, se ponga como debe el fondo superior. 11.° *Cuando el rio abriendo su álveo por la laguna debe precisamente elevar su fondo, de modo que no puedan escurrirse en él los terrenos abonados, es preciso separarlo.* 12° *Alzado el terreno, de modo que pueda tener y conservar la salida necesaria, es preciso separar el agua turbia* ó poner vallado al rio, cuando pueda reducirse á su álveo sin perjuicio de los terrenos superiores por la misma laguna, ó bien darle otro desembocadero y dirigirle á terreno mas propio, *siendo imposible en un todo que un rio de tal naturaleza pueda enteramente formar su álveo entre sus propios aluviones.*

»Lo dicho, del beneficio á rio abierto en la laguna, se debe entender proporcionalmente de aquel, que á veces se pretende efectuar con dejar abiertas por largo tiempo las quebraduras del rio.... son de *mas*

utilidad los abonos arreglados que se hacen tomando el agua de los rios ó canales turbios, é introduciéndola en aquellos sitios que se quieren beneficiar; pero, sobre esto se deben hacer algunas advertencias. 1.ª *Debe tenerse una buena zanja en la orilla del rio* que pueda recibir el agua en mas ó ménos abundancia segun sea necesario y en parage que la toque la vena del agua, ya por temor que pueda abrirse una quebradura en aquel sitio, ya tambien para que por la zanja no entren ramas de árboles, que atravesándose impidan, ó la entrada del agua, ó la depresion de su embocadura, ocurriendo ó produciendo otros malos efectos. 2.ª *Despues de la zanja debe inmediatamente prepararse un canal terraplenado al par del terraplen del rio*, por el cual entre el agua turbia y se introduzca en el sitio que ha de beneficiar. 3.ª Este sitio se debe *cercar de vallados*, para que el agua pueda permanecer estancada en toda su circunferencia y depositar la tierra que lleva consigo. 4.ª Se ha de tener un parage dispuesto para que escurra el agua luego que se clarifique, y no ántes, sea ó no canal, laguna, ó surtidero público. 5.ª Por buena regla se debe observar *el beneficiar antes los terrenos inmediatos y contiguos al vallado del rio*; y beneficiados estos, estender el abono á los mas distantes.... es muy bueno tambien *principiar los abonos en los estremos mas altos*, esto es mas distantes de la desembocadura del rio, y de aquellos *pasar inmediatamente á los mas bajos*.....6.ª Si el canal, que sale por la susodicha zanja, lleva agua en abundancia, *se puede emprender el beneficio en muchos parages al mismo tiempo*, derramando el agua del canal mayor, y llevándola por otros menores á donde sea necesario. 7.ª Si el beneficio debe hacerse en terreno de una altura considerable, *podrá desde luego introducirse el agua turbia del fondo del rio*; porque, arrastrando arena gruesa, se efectuará ántes el aluvion; pero cuando esta haya llegado á la altura conveniente, y cuando el terreno, que ha de beneficiarse, exija poco alzamiento, es mejor colocar el *fondo* de la zanja alto á proporcion sobre el del rio. 8.ª Como los terrenos beneficiados, aunque caldeados del sol permanecen no obstante muy porosos, y por esta causa la primera vez que se cultiven se bajan considerablemente; resulta, que para que se consiga en ellos un estado perfecto de abono, es preciso *alzarle con nuevas aguas turbias hasta el parage que probablemente se crea debe bastar para facilitar buena salida á las aguas*. 9.ª *Cegándose los canales del abono*, como sucede muchas veces, por su poca vertiente, *deben escavarse de nuevo*, para que reciban en abundancia agua del rio, á no darse

el caso de que se necesite al mismo tiempo agua turbia con arena; porque entónces el hallarse cegado el canal *escluye el agua del rio* inmediata al fondo, y solamente recibe *la mas superficial que suele estar cargada solamente de fango.* 10.ª *Si los vallados del abono están al nivel con los del rio, entónces retrocede este, ya esté cerrada, ya abierta la zanja despues de estar lleno de agua todo el sitio rodeado de vallados*, con tal que no amenace á romperse; *pero cuando están mas bajos* absolutamente, *luego que estén llenos de agua turbia los rios que han de beneficiarse, debe cerrarse la zanja* para que, sobreviniendo mayor abundancia de agua, no rebose sobre los vallados del abono, y conviene cerrarla siempre en uno y otro caso. 11.ª *Cuando se trata* no tanto de alzar *como de mejorar los terrenos, se debe observar la calidad del agua turbia*, no suceda que sea de aquella que en lugar de fertilizar, esteriliza el fondo sobre que reposa. 12.ª *Cuando no haya otro remedio de dar salida al agua clarificada, puede obtenerse*, las mas de las veces, *en el sitio bajo del mismo rio* por otra zanja destinada, no á recibir el agua turbia, sinó á trasmitir la clara en su álveo: lo cual, verificado que sea el beneficio, podrá servir para lograr lo mismo en los terrenos inferiores. 13.ª *Si no hubiese absolutamente sitio por donde dar salida á dicha agua clara, no por eso se debe abandonar el beneficio*; porque entre lo que el terreno embebe de agua y la evaporacion continua de esta, bajará su nivel y podrá hacer lugar á nueva agua turbia...... 14.ª La *salida del agua clara*, cuando se puede ejecutar en otro parage que en el rio de que sale al principio, *se consigue haciendo un tajo en el vallado del abono, y terminada* la salida del agua, debe ponerse al instante en el estado que tenía, ó para hacerlo mejor, valerse de *una zanjilla abierta en sitio proporcionado* que se abra y cierre cuando sea necesario. 15.ª *No habiendo tierra al principio para hacer los vallados* (3.ª) *se puede dejar correr la zanja sin aquellos por algun espacio*, hasta que la reunion de tierras, que seguramente tendrá lugar, suministre materia y cantidad para ellos.

«Con la observancia de estas reglas se harán los beneficios, con mayor gasto sí, pero con mejor efecto, respecto de una parte de terreno circunlado de vallados: la cual, á perfecto abono y cultura, reintegra con los frutos los gastos hechos. Es cierto que todo el conjunto del terreno, que ha de beneficiarse, cuando sea de grande estension, requiere mucho tiempo para su perfeccion; pero se *debe preferir la seguridad y no perjudicar á los campos inmediatos*, reu-

niendo la ventaja de dar buen fondo á los beneficios hechos de este modo, *á la brevedad del tiempo con que se benefician los sitios á rio abierto*, *á mas, si se quiere abreviar el tiempo para los abonos en regla, pueden ponerse las zanjas*, unas despues de otras, y tantas que absorvan toda el agua del rio. Pero lo que mas se ha de procurar *es que de este modo se alcen los terrenos bajos y laterales al rio, ántes ó al mismo tiempo que los inferiores y los mas lejanos........*

» Reducido el abono á su última perfeccion, se debe proveer á la salida de las aguas llovedizas, cuyo objeto se consigue principalmente por medio de fosos en los que se recoja el agua de las lluvias que pasan á unirse con otras y á desembocar en un álveo comun.......
» El declive de los terrenos es por lo general tan poco y su superficie tan desigual, que *no sería posible que el agua de las lluvias, á no ser impetuosas, puedan por sí solas y sin el arbitrio de los fosos, escurrir de alto á bajo, y dejar el campo en un perfecto estado de cultivo.*"

73 Esto es lo que hemos podido recolectar relativo á nuestro intento, que es de la mas sublime trascendencia. En efecto, una de las cosas que mas importan en la economía ya doméstica, ya industrial, ya rural, es convertir en útiles los efectos que no lo son; y el objeto de este capítulo es manifestar los medios para convertir en provechosas las aguas perjudiciales. Cuando las materias que alteran la pureza de las aguas van en suspension, se consigue este objeto en general *filtrándolas*, haciendo que pasen por materias que, ó les quiten los principios perjudiciales, ó les hagan adquirir los que las hacen benéficas.

74 La *filtracion* es una operacion enteramente mecánica, de la cual se hace un uso frecuente en las poblaciones, en la Química, en la Farmacia, y en muchas y diversas artes; tiene por objeto en general, el separar de un líquido cualquiera las moléculas de cuerpos estraños que pueda contener en suspension. La mayor ó menor tenacidad de estas moléculas, la naturaleza y la densidad del líquido y el objeto para que han de servir las aguas, son causas que obligan á variar los medios que para ello deben emplearse.

75 Cuando el líquido, que se debe filtrar, es en corta cantidad, se empléa el papel sin cola en los términos que se manifiesta en el artículo *filtro* pág. 298 del tomo 6.º de la Química de *Thenard* traducida al Español. Cuando ya son medianas las cantidades de líquido, que se han de filtrar, se hace uso de tejidos mas ó ménos tupidos

de tela de hilo, lana, seda, cerda, alambre &c. cuyos pormenores tambien se esplican en el parage acabado de citar. Sobre cuyo punto solo añadirémos, que en estos últimos tiempos se ha propuesto el hacer el vacío debajo de los filtros, como un medio de acelerar la operacion; pero aun la esperiencia no ha demostrado suficientemente la referida ventaja. Por consiguiente, nuestro objeto en la presente obra debe ser únicamente la filtracion en grande.

Principiarémos observando que el arte de purificar las aguas ha hecho rápidos progresos desde que *Lowitz* leyó una sabia Memoria en la *Sociedad económica de Petersburgo*, el 28 de septiembre de 1790 inserta en el tomo 18 de los *Anales de Química* pág. 88, año de 1793; donde el Autor dando á conocer perfectamente todas las ventajas de su descubrimiento hace ver que, por la filtracion del agua al traves del carbon de leña, queda el agua no solo libre de todas las materias que tiene en suspension y que alteran su diafanidad, sinó aun el tener dicha sustancia la propiedad de quitar casi repentinamente al agua mas corrompida su mal olor y su mal gusto.

76 No tardaron mucho los Franceses en aprovecharse de este descubrimiento; y en julio de 1800 *M.M. James Smith*, *Cuchet y Denis* obtuvieron privilegio de invencion para construir fuentes depuratorias; y su método, que se halla en el tomo 9.º del *Diccionario Tecnológico* pág. 194 artículo *Fuente Depuratoria*, *es el siguiente*.

"Los aparatos pueden ser de madera, piedra ó tierra cocida; su forma esterior prismática, cilíndrica ó cónica, de base cuadrangular ó circular segun se quiera, y puede servir igualmente con sencillez un barril ó tonel cualquiera. Basta colocar el aparato en un trípode de madera de un pie de altura próximamente, para poder sacar el agua con facilidad.

»A cuatro ó cinco pulgadas del fondo, hay una separacion de metal ó de asperon ó de piedra arenisca, llena de agujeros como una espumadera, la cual está perfectamente cerrada con betun en las paredes interiores de la fuente. Se coloca una llave ó grifo en el fondo del vaso, para poder sacar ó hacer salir toda el agua contenida en el espacio que se halla por la parte inferior de esta separacion. Un tubo pequeño de cinco á seis líneas de diámetro, baja desde lo alto á lo largo de los rincones interiores de la fuente, y viene á terminar en este intérvalo. Por aquí sale ó entra el aire, cuando se llena ó vacia esta capacidad.

»Descrito el aparato, lo primero que se hace es colocar sobre esta primera separacion, una tela de lana, y por encima una capa de

piedra arenisca ó asperon, como de dos pulgadas de espesor. Del mismo modo se forma otra capa del espesor de un pie poco mas ó ménos segun la profundidad de la fuente con una mezcla de polvo grueso de carbon de leña y asperon molido muy fino y bien lavado. A falta de asperon, se puede emplear arena fina de rio. Se cuida mucho de comprimir fuertemente esta capa, para que el agua que debe atravesarla, permanezca mucho tiempo en contacto con el carbon. Encima de ella, se coloca otra 3.ª de arena ó asperon molido, como de dos pulgadas de espesor, y se cubre todo con una tapadera, que tenga exactamente la figura de la fuente, que deberá estar muy bien embetunada todo al rededor. Esta tapadera de asperon tiene en su punto medio tres ó cuatro agujeros de una pulgada de diámetro. En cada uno de estos se colocan unos tapones de asperon á manera de setas, cuyo tronco esté hueco y lleno de agujeritos. La cabeza de cada tapon está cubierta de una esponja. El agua al atravesar estas, se liberta de las sustancias mas groseras que lleva consigo. Estas esponjas deben lavarse de cuando en cuando para privarlas de las sustancias que á ellas quedan adheridas. Un tubito de plomo semejante al descrito anteriormente, va desde la tapadera á la parte superior de la fuente. Su objeto es dar salida al aire contenido en las capas de materias filtradoras, á medida que el agua las penetra. Estos aparatos pueden modificarse de diversos modos adecuados á los diferentes usos. Unas veces, por medio de separaciones ó diafragmas interiores, el agua se ve precisada, cuando ha bajado al filtrarse, á volver á subir al traves de nuevos filtros; otras, baja directamente hasta el fondo de la fuente, y obligada despues á volver á subir al traves de los filtros, se escapa por una llave colocada en el medio de esta misma fuente, como se verá por las descripciones que siguen.

"En la (figura 103 lámina 9) se presenta la fuente llamada *doméstica*, que es de asperon, colocada en un trípode que tenga su cobertera, y sus dos tubos aéreos, cuya estremidad superior se ve en *A*; se prolongan en el interior, el uno hasta por debajo de la tapadera *B*, y el otro hasta la capacidad inferior *G*. Se omiten las partes anteriores para dejar ver las disposiciones interiores. *B* es una tapadera metálica embetunada contra las paredes de la fuente, y que tiene en el centro un solo tapon *C* con su esponja. *D* es una campana colocada para cubrir el embudo *E*, cuyo tubo conduce el agua filtrada al depósito *G*. La llave por donde se saca el agua filtrada contenida en el depósito *G*, se halla representada por *F*. Por *H* representamos en plano y elevacion la campana *D* colocada en la

primera separacion. *I* es la figura de la tapadera metálica *B* con un reborde en su circunferencia, destinada á colocar el betun, y con una abertura circular en el centro para recibir el estilete hueco del tapon *C* como tambien una muesca en un lado, para dar paso á los tubos aéreos *A*.

»La (fig. 104 lám. 9) da á conocer el *barril-filtro*, en su corte vertical con las proyecciones de sus partes: es por lo regular de madera de roble con aros de fierro, dos asas y una llave en la parte inferior. En *aa* se ve un suelo de madera, con cuatro tapones *b* sobre el cual se vierte el agua que se quiere filtrar. *A* es el plano de este fondo, con sus cuatro tapones *bbbb*; *c,c* representa otro suelo lleno de agujeritos; *d,d* representan dos capas de asperon molido inmediatamente debajo del uno y por cima del otro suelo. Estas dos capas se hallan separadas por otra de carbon molido *l*, mezclado con asperon ó arena fina. *B* representa el corte de la figura del tapon con su esponja, tanto interiormente como en toda su circunferencia; y *B'* representa el perfil ó frente de este mismo tapon visto por el esterior.

»La (fig. 105 lám. 9) representa el corte vertical del filtro portátil ó del vaso cónico de madera con aros de fierro, dos asas, tapadera, y colocado en un trípode como la fuente doméstica (fig. 103). Este filtro se halla colocado en el fondo del vaso, y enteramente rodeado de asperon que reviste su fondo *aa*, no embetunado en sus paredes. El agua, que llena la capacidad superior, se introduce en el aparato filtrador, por los agujeros practicados en *b*. Sube hasta la fila de agujeros hechos en lo alto del diafragma *C'*; de aquí pasa al al depósito *d*, de donde sale por la llave *e* presentándose el agua despues de este tránsito, perfectamente clarificada. *B* es el plano y elevacion del filtro portátil de hoja de lata ó plomo, de figura de tambor. Su fondo superior no está dibujado, para dejar ver la separacion y los agujeros practicados tanto en el suelo como en la parte superior del depósito *d*; *C* representa la figura del interior del mismo tambor, hallándose las capacidades *b* y *C'*, llenas de materias filtrantes, y *d* es el depósito del agua purificada. *E* es la elevacion del filtro; la línea de puntos *ff* indica el diafragma agujereado, y que separa la parte anterior en dos. *F* manifiesta en elevacion el diafragma diagonal *hh* del filtro: en él se ve en la parte superior una fila de agujeros que permiten al agua pasar de la capacidad *b* á *C'*, y de esta á la *d*; las líneas de puntos *mm* indican el diafragma, que forma la capacidad *d* en union con el suelo.

»En la marina se usa tambien de fuentes filtradoràs, cuyas formas y disposicion interior pueden variar de muchos modos. La que presentamos (fig. 106 lám. 9) dará una idéa general de todas ellas. Su construccion es tal que el movimiento del buque no puede impedir ni retardar la filtracion del agua. La forma esterior del filtro marino se diferencia poco del *barríl-filtro* (fig. 104). *A* es el corte vertical de esta fuente. Se ve en la parte superior en *a* una especie de tina que la cierra exactamente y cuyo suelo está agujereado. Esta tina representada por *B* en dicha figura tiene dos asas, y está destinada á estorbar que el agua salte, cuando el buque esperimenta movimientos violentos. En esta fuente se filtra el agua por ascenso. La vertida primero en la tina *B* llena la capacidad *b*, y luego la inferior *c* por el tubo de comunicacion *d*; al nivelarse, vuelve á subir al traves de los suelos agujereados *e*, *e'*, y las capas *F*, *F*, para regresar al depósito *h* de donde se la estrae por la llave *i*. Se representa por *ll* un tubito aereo de plomo que parte desde el depósito *h* y llega hasta lo alto de la fuente; *m* es la llave de descarga que se abre cuando la fuente necesita lavarse. *C* es el plano del suelo de la tina; y *D* el de la fuente.

»El filtro, que usa la tropa, nada presenta de particular en cuanto á su forma esterior. Recibe un cubilete de hoja de lata unas veces encima para las marchas, y otras debajo para recoger el agua filtrada. Se asegura en él, del mismo modo que una bayoneta á la boca de un fusil."

77 El sistema de filtracion, acabado de esponer, se halla establecido muy en grande en París desde 1806, es decir, desde que espiró el término del privilegio de *Smith*, *Cuchet y Montfort*. Al presente lo está en el muelle de los Celestinos casi á espaldas de la Iglesia de San Pablo: el propietario es *Mr. Happey*, que es su fundador; el agua que suministra es deliciosísima, y se vende al mismo precio que la de los aguadores; es decir á diez céntimos (unos tres cuartos y medio esp.) la carga. Darémos una idéa de este establecimiento, único en su especie, tomada tambien del mismo *Diccionario Tecnológico*.

"Entrando en el patio se ven, á la derecha, varias tinas de madera, de 15 pies de diámetro, y como de 12 de altura, cuya capacidad viene á ser de unas 5948 cántaras españolas. Reciben el agua del rio Sena, que va á parar á ellas por tres cuerpos de bomba movidos por caballos. El agua se toma del medio del rio, y llega al establecimiento por un acueducto de unas 50 toesas de longitud (350 pies esp.). En las tinas principia el agua á depositar el légamo, y la parte mas gruesa de la inmundicia que lleva. Para comprender bien el mecanismo de esta operacion preparatoria es preciso suponer, ántes de todo, que se hallen vacías las tinas. Se principia llenando una que señalarémos núm. 1; se llena despues

el núm. 2, y luego el núm. 3. Cuando esta se ha llenado, se hace subir el agua del núm. 1 á los filtros de que hablarémos ahora, y cuando el núm. 1 esta vacía, se hace pasar á los filtros el agua del núm. 2, y así sucesivamente. En este tiempo se llena de nuevo el núm. 1, despues de quitar todo el légamo que se haya depositado en el fondo de la tina. Fácilmente se concibe que por esta colocacion sucesiva, hay siempre una tina llena, cuya agua deposita su légamo, otra cuya agua sube á los filtros, y la tercera á la que llega el agua del rio, pudiendo llenarse en tres horas cada una de ellas.

»La parte mas importante, y mas curiosa de dicho establecimiento, es la sala de los filtros; está colocada en el segundo piso de la casa, y toda el agua de las tinas, de que acabamos de hablar, sube á purificarse á este piso. El mismo mecanismo movido por caballos que hace obrar los tres cuerpos de bomba que aspiran el agua del rio, pone en movimiento otros tres cuerpos de bomba que toman el agua de las tinas y la conducen á la sala de los filtros. Esta tiene 87 pies de largo y 32 de ancho. La fuente donde llega el agua por un gran tubo, hace frente á la puerta de entrada. El agua baja en cascadas á los tres depósitos inferiores; y vuelve por lo demasiado lleno del último depósito, á unas canalejas que dan vuelta á toda la sala, como tambien á unos conductos semejantes que están en el medio. Las canalejas se comunican entre sí por tubos de plomo, de manera que por este procedimiento el agua da vuelta á toda la sala y la atraviesa en su medio. Desde estas canalejas cae el agua á los filtros, y despues de haberlos atravesado, vuelve á dos disformes tinas semejantes á las del patio, de donde se saca fuera para los aguadores que la transportan á casa de los particulares.

»Los filtros son cajas prismáticas forradas de plomo, que reciben cada una el agua que suministran cuatro ó cinco tubos. Cada una de estas cajas está construida interiormente como los filtros de *Smith y Cuchet* ya descritos; tienen doble fondo agujereado en el que hay una capa de casquijo de 1 ó 2 pulgadas de grueso. El agua pasa al principio á vasos de plomo de figura de botellas tumbadas, fijas sólidamente en las canalejas. Estas tienen cerca de su estremo una esponja que detiene gran parte de las impurezas que aun arrastrá el agua. Estas esponjas se remudan de dos en dos ó de tres en tres horas y se lavan con cuidado, empleándose constantemente un hombre en esta operacion *.

* Yo, que he vivido en París en las inmediaciones de dicho establecimiento, lo he visitado muchas veces; y en efecto la descripcion es exacta. Sin embargo, le juzgo susceptible de mejoras; pues si las esponjas y las capas de arena y carbon estuvieran colocadas de modo que el agua pasase por ellas de abajo hácia arriba, satisfarían mejor á su objeto. Para limpiar la arena y el carbon de los filtros, echan toda la masa de guijo, arena y carbon en un de-

»La invencion de las fuentes depuratorias, que acabamos de describir (continuan los Autores del Diccionario Tecnológico) á causa de su exhorbitante precio, no ha hecho desaparecer en París las fuentes domésticas que forman parte de los enseres de casi todas las casas. Las dividirémos en tres especies diferentes: 1.ª la de los pobres; 2.ª las de las personas que viven de su trabajo, pero con cierta comodidad; y 3.ª las de las personas mas favorecidas de la fortuna,

» 1.ª Un vaso de asperon de unas 10 á 12 pulgadas de diámetro, de 2½ á 3 pies de altura, de la figura de un cono truncado vuelto al reves, constituye esta fuente. Es propiamente una olla de manteca que contiene comunmente tres cántaros de agua. Encima tiene una tapadera de asperon ó de madera. Se pone en él á depositar el agua, de donde se saca con un puchero ó taza, y no se concibe por qué se colocan en el fondo 2 ó 3 pulgadas de arena de rio, puesto que este vaso no tiene llave, y el agua no se filtra al traves de la arena. Ya se deja conocer que el precio de estas fuentes no es subido, y que sin razon se denominan fuentes.

» 2.ª La fuente que es el término medio entre la acabada de describir, y la 3.ª de que hablarémos despues, es igualmente de asperon, y tiene la forma de la fuente doméstica ya descrita (76), y que se presenta en la (fig. 103). A la tercera parte de la altura, en *G*, por ejemplo, hay un diafragma de asperon con muchos agujeritos. Se estiende por cima un pedazo de franela, que cubre toda la superficie y cuyos bordes se embetunan. Se esparcen por encima 2 ó 3 pulgadas de arena fina de rio. A la tercer parte de altura, hay otro diafragma semejante al primero, é

---

pósito de agua bien limpia; lo mezclan todo bien, y resulta lo siguiente. El carbon como ménos pesado, queda en suspension en el agua, y cuando ya está bien lavado, lo sacan con una especie de espumadera, y lo amontonan en un parage cualquiera hasta que vuelven á hacer uso de él. El guijo y arena se van al fondo del depósito; lo menean mucho, y lo remueven mudando continuamente el agua hasta que esta sale clara; en cuyo caso separan la arena fina del guijo con unas cribas. Toda persona decente puede visitar el establecimiento: en medio de la sala de los filtros se presentan siempre cuatro vasos de agua; uno con el agua como viene del rio, otro con el agua como sale de la tina; otro como sale por los orificios donde están las esponjas; y otro con la purificada va enteramente.

El agua del Sena va cargada de cuantas inmundicias se pueden imaginar; pues contiene todas las de la parte de la poblacion superior al espresado parage, que aunque está casi á la entrada del rio en la ciudad, ha recibido ya una parte de los albañales y la de los pueblos que hay mas arriba; y ademas contiene las que resultan en todo rio caudaloso y que es navegable al mismo tiempo. A veces el agua viene á ser una especie de gachuela, como la que corre por la puerta del Sol, ó calle del Arenal ó de los Reyes en Madrid cuando llueve; y sin embargo, á las 24 horas se bebe con un placer estraordinario, como si fuese la de la fuente del Berro de Madrid, ó la del manantial mas puro de una montaña. Es la mejor agua que se bebe en París; y aunque en otros parages de la poblacion, hay tambien bombas para elevar el agua del Sena, los medios de purificacion no son tan perfectos.

igualmente con muchos agujeros. Un tubito de plomo baja desde el borde superior hasta debajo del segundo diafragma para dar salida al aire, que llena la capacidad inferior cuando no hay agua. Una tapadera de asperon cierra la parte superior de la fuente. Cuando se vierte el agua en el primer diafragma, este la conserva é impide que caiga de golpe sobre la arena, lo que causaría concavidades y haría desigual el filtro. De este modo, el agua se tamiza, por decirlo así, al traves de la arena sobre la que deposita su légamo y cae en la parte inferior, de donde se la estrae por la llave. Esta fuente está cubierta, por lo regular, de un tejido de mimbre para evitar su rotura por los choques ó golpes que puede recibir. Está colocada en un trípode de madera.

» 3.ª La tercera especie, que se llama *Fuente filtrante*, es de mas elegancia, y se encuentra en los enseres de las familias mas acomodadas; su fórma es la de un paralelepípedo rectangular; se construye de piedra delgada de 8 á 9 líneas de grueso, de grano fino y testura tupida; la que se llama *piedra franca*. Tambien se construyen muy bonitas de marmol pulimentado. Las cinco placas que la forman se unen con betun de fontaneros. Está sostenida por un trípode de madera como la precedente; su parte superior está abierta, y se cubre con una tapa. Estas fuentes se suelen pintar con tres capas de pintura al oleo imitando al granito. El interior de la fuente, por la parte baja, se halla dividido por dos placas delgadas de asperon filtrante que forman una cavidad capaz de contener un cántaro de agua. Un tubo de plomo comunica, como en la fuente anterior, desde el borde superior hasta la cavidad citada, y para el mismo uso. En la parte baja de esta fuente, hay dos llaves de estaño, correspondiente la una á la pequeña cavidad, y que da ya filtrada el agua; la otra correspondiente á la que da el agua en el mismo estado que al verterla en la fuente. Se bebe la primera, y se empléa la segunda en usos ménos delicados, y que no exigen agua tan cristalina.

» Se llena la fuente de agua, y al cabo de un cuarto de hora, la cavidad se halla llena de agua muy cristalina; pero no tan buena como la que se saca de las fuentes depuratorias, cuya descripcion hemos dado ya. El légamo, que ensuciaba el agua, se deposita en las paredes del asperon filtrante, por lo que hay necesidad de limpiar con frecuencia la parte baja de la fuente, pues sin esta precaucion, los poros del asperon se taparían, y el filtro no dejaría pasar el agua.

78 » Entendido ya el mecanismo y medios por los que se consigue purificar el agua, debemos manifestar la proporcion que debe guardar la cantidad de carbon con la del agua para conseguir económicamente el objeto, debiendo tenerse presente que, para destruir el mal olor que hace repugnantes y dañosas las aguas estancadas y fétidas, se usa del medio.

inventado por *Lowitz*, segun hemos ya insinuado, y consiste simplemente en añadir un poco de carbon molido groseramente *, y bien calcinado, ó mejor aun carbon ó negro de huesos, agitar y filtrar. Cuando la proporcion es adecuada, el agua queda inmediatamente desinfectada, cualquiera que sea su grado de putrefaccion. Resulta de los esperimentos multiplicados de *Lowitz* que el ácido sulfúrico acelera singularmente la accion del carbon, ó al ménos que en virtud de la suya, permite disminuir la dosis de carbon, hasta cerca de los dos tercios, y hay circunstancias en que es muy útil esta ventaja. En los grandes viages marítimos, por ejemplo, esta grande economía en el gasto de carbon es de mucha importancia; porque no solamente entónces la provision necesaria es menor, sinó que lo es tambien la cantidad de agua perdida á cada filtracion, puesto que esta pérdida es siempre relativa á la masa de carbon empleada; y por consiguiente, disminuyendo la cantidad de carbon, se ahorra mas un recurso que muchas veces es muy precioso y útil. Ahora bien, segun *Lowitz* 3 libras y 4 onzas de agua corrompida exigen en general $4\frac{1}{2}$ onzas de carbon pulverizado, para su completa purificacion; y este volúmen de polvo ocupa el mismo que una libra de agua, miéntras que añadiendo 24 gotas de ácido sulfúrico en la misma cantidad de agua, basta onza y media de carbon; así bajo todos aspectos, es conveniente usar al mismo tiempo de estos dos agentes. No debe causar recelo alguno el uso del ácido sulfúrico; porque por una parte, la cantidad empleada es cortísima para ejercer una influencia perjudicial sobre nuestros órganos, y por otra se halla absorvido por el mismo carbon, que siempre contiene una cantidad suficiente de una materia que le satura.

»Se han hecho felices aplicaciones de los principios que acabamos de enunciar, á la conservacion del agua destinada á las embarcaciones; pues se ha propuesto, y con razon, el incluir en cada barril una corta cantidad de carbon pulverizado groseramente, ó mejor aun segun *Berthollet*, carbonizar interiormente las duelas de los barriles (como lo he visto practicar en Marsella). Con estas precauciones, se impide la descomposicion de las materias orgánicas, ó al ménos se la detiene á cada paso. El carbon en contacto con el agua, absorve inmediatamente los primeros productos de la disociacion y destruye la especie de fermento que no dejaría de ser el orígen del mayor mal. La carbonizacion interior de los barriles proporciona aun otra ventaja; y es que las sustancias solubles y alterables por el agua, que pudiese contener la madera, se hallan destruidas por este principio de combustion de toda la superficie en contacto, y porque esta no puede comunicar nada; de tal modo, que si se hubiesen

* Lo que entre nosotros se llama *cisco de picon*, y que se empléa en nuestros braseros durante el invierno, es sumamente adecuado para este objeto.

llenado estos barriles de agua, libre de toda materia orgánica, se conservaría en ellos, perfecta é independientemente de la propiedad particular al carbon."

79 Despues de haber manifestado lo mas esencial que hasta el presente se ha ideado sobre este particular, y que consta en los libros, tanto españoles como estrangeros, para que en asunto de tanta importancia cada uno pueda proceder segun mejor le convenga, debemos añadir que esta operacion de filtrar las aguas es de la mas absoluta necesidad en Francia, Inglaterra y Holanda. La que se gasta en Londres se saca del rio Támesis, que siendo mas caudaloso que el Sena, sus aguas contienen tanta vascosidad que á mí me repugnaba hasta lavarme la cara con ellas El agua de Holanda es tan repugnante, al ménos para mí, que durante mi permanencia en dicho pais, no la pude beber absolutamente, y me ví precisado á no probarla de ningun modo, reemplazándola con cerveza y leche.

Aunque en España, por lo general, son infinitamente mejores las aguas, que en dichos paises, no por eso es ménos interesante la operacion de filtrarlas en ciertas localidades. En Granada y Sevilla en las casas acomodadas tienen sus aparatos de filtrar, que consisten en una semiesfera hueca de piedra arenisca, colocada en un trípode; echan agua encima, se filtra por lo interior de la piedra y cae en una vasija ó jarro, que se dispone en la parte inferior, como se ve en la (fig. 107 lám. 9). Esta disposicion tiene el inconveniente de que las materias impuras, con su peso, cooperan á atravesar el filtro; y depositándose en el fondo de este, obstruyen y tapan sus poros, le imposibilitan para servir á su objeto, y es necesario limpiarlo con mucha frecuencia. De muchas maneras se podría conseguir este objeto. Una de las mas sencillas es la siguiente.

Se reduce á introducir, en una vasija cualquiera *U* (fig. 108 lám. 9) hecha de madera, barro, &c., otra *F* de cualquier figura, pero hecha con placas de asperon ó de arenisca, propia para la filtracion, de las que abundan en España, que penetre hasta cierta profundidad, y que tenga su llave *m* para dar salida al agua filtrada. Lo cual exige el que en la cara *n* haya una abertura para que penetre la llave y que pueda cerrarse despues con una tablita que se ajuste con trapo, barro &c. para que uniendo bien, no se derrame el agua de la vasija *U*, que es la sin filtrar. Presentamos al lado la parte *n*, con la corredera, en el acto de bajar, á fin de que se perciba su efecto, debiendo advertir que, aun cuando por las rendijas de la corredera chorrée alguna cantidad de agua, nada importa; pues se puede colocar debajo cualquier cacharro *c*, como una cazuela &c. que la recoja: con lo cual, se conseguirá el no desperdiciarse dicha agua, volviéndola á echar en la vasija *U*. En esta disposicion, resulta que las par-

tículas pesadas se precipitarán al suelo de la vasija *U* sin quedar adheridas á las paredes laterales ni del fondo de la vasija *F*: porque, no hallándose sostenidas por dichas paredes, caerán por su propio peso, y no obstruirán los poros de las paredes filtrantes, conservándose por mucho tiempo en buen estado y sin necesidad de limpiarse. La pieza *F* puede hacerse, como lo indica *f* en planta, de modo que las paredes laterales y del fondo se compongan de dos tejidos de cualquier materia, como de hilo, crin, lana &c., aplicados á listones de madera, que si se chamuscan ó carbonizan sus superficies, será mejor; y en el intermedio de dichas telas, se echará arena ó arena y carbon.

Este aparato es mucho mas sencillo y ventajoso que cuanto se ha descrito anteriormente. Puede servir con mucha utilidad para aprovechar las aguas de lluvia, colocándole de modo que termine en él un tubo de bajada que señalamos con *T*, al lado derecho de la misma figura; y poniendo entónces ó al lado ó á continuacion de la llave *m* cualquier canaleja ó conducto *d*, que dirija el agua al parage donde se ha de conservar, se la podrá guardar muy pura y con mucha limpieza y servir en los tiempos de escasez. El estremo de este conducto deberá terminar á manera de espumadera, para que descienda el agua muy dividida en gotas, y al caer sobre la del depósito, lo verifique por muchos puntos, y se consiga que pase en contacto de mayor número de partículas atmosféricas, y que la conmocion que origina su golpéo con el agua del depósito, sea lo bastante para agitar el aire; pero no para que el agua se enturbie si tiene algun poso.

Este aparato construido con la mayor sencillez de que es susceptible, puede aplicarse á los usos actuales de nuestras casas, sin mas que introducir vacío el aparato *F* ó *f* en una de nuestras tinajas ordinarias de agua, pero será necesario afirmarlo de algun modo, para que, al introducirlo vacío, permanezca á la profundidad conveniente, lo que se podría conseguir, entre otros muchos medios, con unas barritas laterales ó con piezas que se muevan á manera de aldabillas, ó con pesos que no perjudiquen á la salubridad del agua. Colocado uno de estos aparatos compuesto, por ejemplo, de cuatro paredes laterales y un suelo, ya hecho de arenisca, y unidos con betun de fontaneros, ya de tejidos intermediados de arena ó de arena y carbon, se tendría que cuando se quisiese agua filtrada para beber, se tomaría de la del depósito *F*; y de lo restante de la vasija *U* para los demas usos en que no se necesitase tan pura.

Aunque con estas nociones es ya muy fácil proporcionarse filtros de esta naturaleza que pueden variar de muchísimas maneras en lo accidental segun el gusto ó el capricho de los Constructores ó Propietarios, no queremos aun dejar de indicar, que hay todavía otra idéa que puede po-

nerse en ejecucion con mayor sencillez; y está reducida á disponer una vasija sin fondo, sustituyendo á este un saco de arena ó una esponja que tenga encima arena ó arena y carbon, y hacer que el agua pase por ella. Si esto se verifica de abajo hácia arriba es lo mejor; pero si de arriba hácia bajo, no tiene mas inconveniente que el ser preciso lavar con mas frecuencia la esponja, y la arena y carbon. Estos procedimientos se pueden emplear tan en grande como se quiera, pues no hay mas que hacer la capacidad del filtro adecuada á la cantidad de agua.

En los algibes de Cádiz, que conservan el agua bastante bien, y que no deja de ser saludable y gustosa, se acostumbra barrer muy bien las azotéas cuando se conoce que va á llover; precaucion que es de la mayor importancia. Si llueve de repente, sin que se haya podido tomar esta medida, la primer agua que cae, y que ha servido como para lavar la azotéa, lleva todo el polvo é inmundicias, y lo que hacen es impedir que entre en el algibe. La que ya cae bastante limpia va á parar á un pequeño depósito que por su parte superior tiene una abertura por donde sale el agua y pasa al algibe; pero como este depósito es sumamente pequeño, y no ponen nada por lo general en la abertura por donde pasa el agua de él al algibe, aunque se suelen depositar todas las materias pesadas, sin embargo, no detiene las ligeras; y á esto se debe, en mi concepto, gran parte del poso que se halla en el suelo de dichos algibes, y la muchedumbre de gusarapillos á que suelen llamar *babosas*, que hay en el espresado suelo, y aun sale con el agua cuando el algibe tiene poca. Y para que no crien semejantes animalillos, que suelen tener hasta un dedo en largo y grueso, es preciso limpiarlos todos los años, y repasar ó renovar parte del estucado.

80 De varios modos se podría conseguir mejorar el agua de los espresados algibes. Uno de ellos sería poner un pedazo de esponja en dicho orificio, ó una tela de lana ó crin ó una malla de varias telas metálicas, ó un saquito lleno bien sea de arena sola ó de arena mezclada con carbon. Pero sería mejor lo siguiente. El estremo del tubo de bajada debería terminar en una pila de piedra ó cajon de madera, ó fábrica ó en una artesa ó media tina de madera; la cual como á medio pie ó uno tuviese cierta separacion, en que se pusiese un saquito lleno de arena, ó mejor tres saquitos, dos de arena y el intermedio de carbon machacado groseramente si no hubiese cisco de picon, que por lo general, se hace con sarmientos. El grueso de estos saquitos sería mayor ó menor segun las materias estrañas que pueda contener el agua. Para el sostenimiento de dichos saquitos basta un travesaño cualquiera, ó que en las orillas quede un poco de resalto para que no caigan al fondo. Un lado del parage donde están los saquitos deberá estar rebajado para proporcionar

salida al agua por cualquier canal ó conducto; y si se quiere, sus paredes pueden ser tan altas como el depósito y tener un desagüe por una llave.

Lo esencial es que la parte superior de los saquitos y el conducto de salida del agua ya filtrada estén algo mas bajos que lo que ha de estar la superficie del agua en el depósito preparatorio, para que pueda ascender por entre la arena ó la arena y el carbon. El agua que saliese por este enrejado, debería pasar al depósito, algibe, cisterna &c., de modo que no formase chorro grande para que no hiciese remover el fondo del depósito, lo que se podría conseguir haciendo que no terminase en punta de cono, sinó que el suelo tuviese agujeritos á manera de espumadera ó rallo, para que cayendo á gotas el agua, se evite el que, al precipitarse de golpe, se remueva contínuamente el suelo del depósito, algibe, cisterna &c. segun se ve en *d* (fig. 108 lám. 9). La forma del depósito depuratorio podrá ser cualquiera; pero en una porcion como en su mitad se podría poner una pieza de madera, de fábrica ó de cualquier otro medio que contuviese muchos agujeros en el fondo, y bastaría colocar encima un taleguito cualquiera con arena ó arena y carbon; pero cuando el agua, que se trata de purificar, es llovediza, basta siempre la arena. Siendo de fierro colado estas piezas salian mas baratas, tendrían mayor resistencia, y en vez de comunicar ninguna mala cualidad al agua, la mejorarían, pues el fierro colado se halla combinado con una cierta cantidad de carbon. El depósito depuratorio podrá ser de piedra, de madera ó una simple caldera ó barreño &c., y se podrán variar de mil maneras, para lisongear el gusto particular del artista ó del propietario; pero nunca se podrá ni deberá hacer uso del cobre, ni de ninguna de sus aleaciones, ni tampoco del plomo.

El uso de los algibes sería de la mayor importancia estenderlo á toda clase de edificios, sea de grandes poblaciones, sea de pequeñas, ó de los mismos cortijos, casas de campo y caseríos. Y adoptando los medios, que acabamos de proponer, para filtrar las aguas, no hay necesidad de que se cubran dichos edificios con azotéas, que son mas costosas que los tejados ordinarios; y estos son suficientes si se adoptan los depósitos depuratorios que acabamos de indicar. Éste es un recurso de la mayor utilidad para proporcionarse agua en cualquier parage. Y teniendo presente que por término medio se puede considerar que en España cae anualmente una columna de agua de 30 pulgadas de altura, segun lo espuesto (§ 11 L. 1.º). podrémos determinar las dimensiones que se deben dar á un pozo, cisterna, ó depósito cualquiera para que contenga el agua que pueda caer en una superficie dada, como los tejados, patios &c. de las casas; ó para determinar la superficie de ter-

reno cuyas aguas sea preciso dirigir á un depósito para que este contenga la cantidad necesaria al objeto que se intente conseguir, de lo que darémos un ejemplo numérico en los párrafos (333 y 334) de este mismo libro. Y estoy seguro de que si esta idéa se adopta y generaliza, producirá ventajas muy considerables.

En la construccion de los algibes sin embargo conviene tomar precauciones muy oportunas y necesarias; pues el agua es, como el fuego, un enemigo que se aprovecha de la mas ligera falta para invadirlo todo; y la obra de mucho tiempo, gasto y esmero suele perecer en un momento; debe, pues, procurarse que las aguas no se filtren ó rezumen para no perjudicar los cimientos del edificio. Sobre cuyo punto debo indicar, que he encontrado en España una sustancia, que por la análisis hecha, reune cuantas circunstancias se pueden apetecer para conciliar todos los inconvenientes; pero como, en asuntos que se han de poner en ejecucion, no conviene aventurar nada sin haberlo sometido á la esperiencia, deséo con ansia el que se me presente ocasion de hacer algun ensayo en grande; y si como lo espero, el resultado corresponde á mis esperanzas, la construccion de este género de obras será la mas sencilla, fácil y segura.

Y en el ínterin que yo pueda presentar algunos otros pormenores útiles sobre este particular, no será inoportuno indicar los medios que se empléan actualmente para la construccion de los algibes en Cádiz, Toledo &c. El suelo generalmente es plano; pero conviene que sea un poco cóncavo, y que venga á tener como unos dos pies de sagita á lo mas, ó, lo que es lo mismo, dicho fondo debe ser un casquete esférico. Esto es con el objeto de que el poso vaya á dicha concavidad, y de este modo los efectos de la presion son menores. Su construccion es como la de una bóveda trastornada, hecha de *rosca*, que es como se conoce en la práctica de las bóvedas de fábrica de ladrillo. La mezcla, de que conviene usar, debe ser de la mejor cal y arena que permitan las circunstancias locales. Despues se cogen las juntas con mezcla hecha con mas esmero, pasando la cal y la arena por tamiz; y luego se estuca si se quiere, ó se pone un embaldosado encima. Las paredes laterales se hacen de fábrica, ya sea de piedra ó de ladrillo segun sus circunstancias y respectiva clase de construccion; y despues se estucan interiormente. El estuco, que se usa generalmente, lo hacen con cal, ladrillo ó teja molida ó pulverizada y arena; llevando en general mas arena que cal y mas cal que polvo de ladrillo; pero en esto pueden variar las proporciones entre ciertos límites, segun la naturaleza de los materiales que se empléan; de cuyo conocimiento no puede prescindir el constructor ó Arquitecto á quien se cometa este encargo.

Por lo que hace á la disposicion del algibe, filtro &c. tampoco estará de mas el que pongamos aquí la forma que en nuestro concepto debería tener, y es la señalada (fig. 109 lám. 11). En ella representa 1 el perfil y pared de un patio; 2 el brocal del algibe, 3 la cabida ó depósito que contiene el agua, que es lo que propiamente constituye el *algibe*. El agua que en él se contiene, desciende de las azotéas ó tejados por bajadas ó cañerías verticales 4 hasta encontrar el pavimento de un patio *CDEF*, en el cual corre el agua por las diagonales señaladas con el número 8 hasta la arqueta representada por el número 7; 5 espresa la cañería que arroja fuera las primeras aguas que recoje la arqueta, arrastrando ó llevando consigo la broza ó quedándose en el fondo de ella para estraerla á mano; 6 denota la cañería que conduce las aguas limpias al algibe; debe terminar á manera de regadera, para que el agua caiga muy subdividida, pase en contacto de mayor número de partículas atmosféricas, y al caer sobre el agua del depósito, la ponga en una suave undulacion, pero que no la revuelva de modo que el poso del fondo pueda enturbiarla. Representamos con el número 9 una ventosa ó tubo, que se debe situar de modo que la parte superior dé al medio dia ó pase por cerca de alguna cocina ó cañon de chimenéa, y la parte inferior entre en el algibe, para la ventilacion del agua contenida en él, que desde el patio continúa verticalmente hasta salvar la mayor altura del edificio y está agujereado en toda su longitud que se halla dentro del algibe, para que, haya mucha ó poca agua, siempre exista una circulacion de aire entre la superficie del agua en el algibe y la parte superior de la atmósfera. Esta disposicion es sumamente importante; porque es de necesidad absoluta el que el agua del algibe se halle en contacto continuo con la atmósfera. En los algibes en que se saca el agua con frecuencia no es tan de absoluta necesidad el que se pongan ventiladores formales, porque el mismo hecho de abrirse y cerrarse y el golpéo del agua al sacarse, sirven para ventilarlos. Pero si son algibes púbicos, destinados para servir en épocas determinadas en las plazas fuertes &c. convendrá que tengan ventilador. Yo sin embargo aconsejo que se les ponga á todos, porque mientras mayor sea el contacto del agua del algibe con la atmósfera, mas saludable será el agua.

Para que esta ventilacion sea mas eficaz, debe haber en la parte del brocal del algibe una abertura que señalamos por *o*, y que dé hacia el norte. La cual originará el que el tubo 9 estando hacia el medio dia, ó pasando por la inmediacion de alguna cocina ó chimenéa, se calentará y hará que el aire contenido en él se dilate y vaya á salir por la parte superior. El aire de la atmósfera en *o*, que lo suponemos mas frio, tendrá mayor densidad ó peso específico que el de la parte supe-

rior del tubo, y bajará al fondo del algibe para reemplazar el que salga por la parte superior del tubo 9. El conducto 6 que dirige el agua desde la arqueta á lo interior del algibe, sirve tambien de ventilador que dirige el aire desde la arqueta á lo interior del algibe para reemplazar el que se va por dicho tubo 9. El tener agujeros el tubo en la parte interior del algibe, es para proporcionar que el ascenso del aire sea desde la superficie misma del agua. De este modo se conseguirá el agua pura, limpia, de buen gusto y salutífera.

En la (fig. 110 lám. 11) representamos en mayor dimension la arqueta. *ABCD* es la planta en grande y figura el interior de una arqueta para recibir aguas ántes de pasar á un algibe. Representamos por 1 el orificio por donde se introducen las aguas pluviales en la arqueta; 2 representa el emparrillado, que conviene se forme de palos rollizos, de una y media á dos pulgadas de grueso, quemados ó carbonizada su superficie esterior, sobre los cuales se colocan tres sacos ó colchoncillos de tres á cuatro dedos de grueso: el 1.° de arena bien lavada, el 2.° de carbon molido, y el 3.° tambien de arena; 3 representa el orificio por donde salen las aguas filtradas al algibe con su corredera *c*; y representamos con el número 4 el espacio que ocupan las aguas ántes de pasar al efecto de la presion por los filtros *aa* señalados en la seccion y colocados sobre el emparrillado 2222 de la planta.

81 De un método análogo se deberá usar para purificar las aguas que han de entrar en los pozos ordinarios, en las cisternas, en las norias ó en lo que los Franceses llaman *mare*; que nosotros espresamos por *albercas*, y que con mucha satisfaccion nuestra hemos visto en Guipuzcoa á las puertas de los caseríos, y que allí llaman *Put-zobat*........Esto produce dos ventajas; la primera el no llenarse de fango la cisterna, pozo, alberca &c.: lo que es útil tanto á causa de que las aguas se conserven puras y limpias, como para impedir que se ciegue. La otra es que el fango ó poso, que resulte en el suelo del depósito depuratorio, servirá con mucho provecho para el abono de las tierras, con especialidad en los terrenos flojos ó en que domine la arena. En efecto, las materias que arrastra el agua son por lo general tierra arcillosa y algunas veces caliza y materias vegetales y animales. Las dos últimas son siempre ventajosas á los terrenos; por consiguiente servirá esto de excelente abono. Pero la cal y arcilla, que suelen llevar las aguas, no contribuirán á aumentar su efecto, abonando el terreno, en aquellos en que dominen dichas sustancias; mas en los que domine la arena, no hay la menor duda de que, echando este fango, mejorará muy considerablemente su calidad.

82 Con este motivo, no podemos ménos de indicar que nuestros Agricultores conseguirán abonar en general todos sus terrenos y mejorar con-

siderablemente los flojos ó ligeros en que domine la arena y los ensalobrados, si en ciertos parages hiciesen una especie de fosas ú hoyas donde se rebalsasen algun tanto las aguas, para obligarlas á depositar allí las materias que arrastran ó llevan en suspension, lo que se puede conseguir atajando la salida con haces de leña, faginas, ramage &c. &c. Aunque en cualquier parage, que se practicase esta operacion, produciría grandes ventajas; porque las materias que el agua arrastra ó lleva en suspension, son las mas adecuadas para los vegetales; sin embargo, las de los caminos son aun mejores, porque se cargan mas de los despojos animales de los transeuntes. Esto es tan ventajoso, que en varios parages, tienen cuidado los Agricultores de recoger los depósitos de fango que resultan en los charcos de los caminos, y transportados á sus terrenos ligeros, les sirven inmediatamente de abono y de mejoramiento de sus campos. En otros parages, echan en las calles y en los caminos donde se rebalsan las aguas, paja ó ramaje para que con la lluvia y el pisotéo de los animales, se prepare y forme un excelente abono, mezclándole despues con los estiércoles &c.

83 En las operaciones de las Artes, que hemos indicado (66), conviene que las aguas, de que se haga uso, sean claras y puras. La idéa, que acabamos de indicar, se puede aplicar tan en grande como se pueda apetecer, y satisface completamente á esta necesidad, pudiéndose disponer de modo que no se pierda, ni declive, ni agua ni nada. Supongamos que *AB* (fig. 111 lám. 7) representa el perfil de una corriente de agua tan grande como se desée, que queremos se purgue de sus materias estrañas. En *B* se coloca un depósito que podrá ser con mucha sencillez una tina formada de la mitad de una cuba ó tonel, ó una fosa, hoya, pozo ó alberca cualquiera segun la cantidad de agua, y cuyas paredes lleguen mas altas que la superficie del nivel por donde ha de entrar el agua para que no rebose ninguna sin depositarse. Encima se coloca otra tina ó depósito un poco menor que no tenga fondo ó que lo tenga agugereado, y que sostenga por su parte superior un talego lleno de arena que se aplaste bien, y que llegue hasta una determinada altura. El agua cayendo en la gran tina, fosa ó alberca &c. debe subir al mismo nivel en la tina ó depósito interior, que en la esterior; y como al interior de la tina de dentro no puede entrar el agua sinó atravesando el talego de arena ó de arena y carbon segun las circunstancias y objeto, ántes de intentar subir las partes suspendidas en el agua, van á depositarse en el suelo de la tina ó fosa; y el agua sale por el conducto *C* al nivel de su entrada, ya para conservarse en pozo ó cisterna, ó para el objeto en que se quieran emplear, como por ejemplo blanquéo, tinte, lavadero &c. conviene que haya dos especies de depósitos depuratorios en las corrientes

donde se necesite efectuar esta operacion continuamente, para que mientras uno sirva, el otro se limpie, por aberturas, que deben contener, adecuadas al intento. Estos depósitos depuratorios dobles se ven representados en la (fig. 112 lám. 7).

Esta operacion se debe hacer siempre con toda el agua que se dirija para las fuentes de los pueblos; de manera, que el agua, ántes de repartirse á los diferentes barrios, debe ir ya purificada de toda materia estraña, y no como sucede frecuentemente, y aun en las poblaciones de mas consideracion, que se bebe inmundicia, ó agua zarca como la orchata, cuyo color turbio se debe á materias perjudiciales á la salud, como la cal, yeso &c.

Este procedimiento se puede estender en grande y en pequeño segun convenga; y no hay mas que arreglar las dimensiones á la cantidad de agua, siendo de todo punto arbitraria su forma. Lo esencial es que esta pase por una capa de arena ó de arena y carbon que detenga todas las materias estrañas; y si el tránsito, por la capa de arena, se verifica de abajo arriba, es mejor que de arriba abajo ó en direccion horizontal. En muchos casos, podría ser bastante el colocar una cesta ó banasta de mimbres cubierta con una tela cualquiera llena de arena, ó un cenacho, capacho, ó espuerta de esparto que la contuviese.

En los usos de la Agricultura no es necesario la filtracion de las aguas; pues por lo general todas las materias, que llevan consigo, son útiles para la vegetacion, escepto la magnesia, y las que llevan en disolucion ó en suspension partículas de sustancias metálicas, y particularmente las del plomo y cobre. Si estas materias van en suspension, los filtros que acabamos de describir son suficientes para detener todas estas impurezas; pero si dichas sustancias forman con el agua una verdadera disolucion, entónces es necesario recurrir á procedimientos particulares que da á conocer la Química, y que no pueden tener lugar en este Tratado; por lo que nos contentarémos con indicar que los conocimientos químicos proporcionarán seguramente el medio; y así como para beneficiar el cobre, que llevan en disolucion las aguas en Rio-Tinto, se consigue obtener dicho metal sin mas que echar fierro en la corriente de agua, y esta deja el cobre y se lleva en disolucion el fierro, que ya no es tan perjudicial á la Agricultura; del mismo modo no se debe desconfiar de hallar procedimientos químicos que conduzcan al objeto: mas aun en el caso de que estos medios no se quisiesen emplear, no por esto se debe renunciar á que sea útil esta agua en la vegetacion; pues regando con ellas por el método de *filtracion y evaporacion*, que darémos á conocer en el capítulo siguiente, podrán ser benéficas en la Agricultura.

CAPÍTULO III.

Idéas generales acerca del modo de suministrar el agua á los vegetales; manifestacion de los diferentes modos de regar que convienen segun las circunstancias, y aplicaciones particulares á nuestra España.

84 No basta el que haya tierra y el agua necesaria con que regarla, para obtener las ventajas del regadío, es indispensable, ademas, preparar la tierra del modo conveniente, y saber suministrar el agua, cuándo, cómo, y en la cantidad y calidad que la necesitan las plantas; pues de lo contrario, el regadío en vez de ser provechoso, puede originar perjuicios. Así es, que el canal de Castilla, hace mucho tiempo, está en disposicion de poder suministrar aguas para regar una gran parte de los terrenos por donde pasa, y sin embargo, no se halla establecido el regadío. Se ha verificado mas, y es, que teniendo tierras dicho canal de su propia pertenencia, y por consiguiente la cantidad de agua necesaria para regarlas, ha sucedido alguna vez el que los Gefes del canal han buscado personas á quienes ceder *gratis* las espresadas tierras para su cultivo, y no se ha encontrado quien las quiera. Son diferentes las causas que pueden haber contribuido para un hecho de esta naturaleza; pero en mi concepto, una de ellas, y no la ménos poderosa, es el no saber que el *cultivo de regadío es diferente del cultivo de secano; y que si el regadío ha de proporcionar ventajas, es indispensable abonar mucho mas los terrenos*; esto es, *echarles mucho mas estiércol que á los de secano*, y que por otra parte, *para que el agua no cause, mas bien estragos que beneficios, es necesario disponer la tierra convenientemente.*

85 Supongamos que sin estos requisitos, se haga correr el agua en un terreno cultivado; y aun en el caso de estar la tierra lo mas sedienta que se quiera, sucederá lo que vamos á espresar; el terreno, por lo general, nunca es bastante llano por sí; pero aunque lo supusiéramos perfectamente horizontal, sin ninguna disposicion preparatoria, no se podía verificar el riego ventajosamente. En efecto, si se echase una cantidad regular de agua, por ejemplo de un pie ó medio de altura, en el parage por donde se tomase ó entrase en el terreno, resultaría que las plantas inmediatas quedarían anegadas y aun destruidas por el impulso del agua; y estendiéndose esta, despues, en una gran porcion de terreno horizontal, iría perdiendo su fuerza motriz, en términos que se llegaría á estinguir el movimiento, ya por esta sola causa, ó ya tambien por la pérdida que originarían la evaporacion y las filtraciones: resul-

tando que el riego era inútil para las plantas á que no llegaba el agua, y perjudicial para las que la recibían en demasía.

86 Si se echase mayor cantidad de agua, sería mayor la porcion de terreno encharcado, y destruiría mucho mayor número de plantas; y si el terreno fuese considerable, quedarían todavía parages donde no llegaría el agua, y carecerían las plantas de los beneficios del regadío.

87 Si el terreno fuese desigual, que es lo que sucede con mas frecuencia, el agua, en virtud de las leyes del movimiento, caminaría siempre por la parte mas baja, causando por su velocidad barrancos mas ó ménos profundos, segun la mayor ó menor desigualdad de los terrenos. Y en los parages donde hubiese hondonadas, formaría charcos, lagos, ó lagunas, donde quedaría el agua estancada; resultando en este caso, que el parage en que el agua corriese, arrollaría y destruiría las plantas, inutilizando el terreno; pues arrastraría tras sí la parte mas preciosa de la tierra vegetal; dejando solo arena descarnada, y lo demas quedaría sin participar de las ventajas del regadío. Por lo cual, es de absoluta necesidad saber preparar y disponer materialmente las tierras. Y sobre el modo de ejecutarlo, recomendamos de nuevo el estudio de las lecciones publicadas por el *Sr. Arías.*

88 En nuestras provincias meridionales, como son las Andalucias, Murcia, Valencia &c. y aun en la Alcarria, hasta los jornaleros poséen gran destreza en esto; pero en otras, como son las Castillas, apenas tienen idéa, y sería importante que, así como los Gallegos salen de su pais para segar, al intentar establecer el cultivo de regadío en las provincias donde no lo está, se llevasen trabajadores de Granada, Valencia, ó Murcia; y se notarían desde luego las ventajas del regadío. Mi objeto no puede ser entrar en ningun detalle, y sí solo el indicar los resultados generales á que ha conducido el conjunto de los conocimientos humanos sobre esta interesante materia; por lo que pondrémos únicamente lo mas indispensable.

89 En este supuesto, lo primero que debemos recordar, es que, pues *sin agua no existe absolutamente nada de vegetacion*; y puesto que *el agua es aun mas indispensable á las plantas, que la misma tierra*, en atencion á que se hace crecer en este fluido toda especie de vegetales sin mezcla de ninguna otra sustancia, y que ninguno absolutamente puede pasar sin agua, ya en el estado de líquido, ya bajo la forma de vapores esparcidos en la atmósfera, sin embargo, todas las modificaciones del agua no son igualmente propias al cultivo de los vegetales; y pues las hay mas saludables unas que otras, el estudio de sus cualidades físicas y químicas, y de su accion sobre las plantas en las diferentes estaciones del año, ó en las diferentes épocas de su cre-

cimiento, es uno de los mas importantes á que debe entregarse todo cultivador. Por este motivo, á pesar de que ya hemos considerado en el capítulo primero de este libro, el influjo del agua en toda la vegetacion, nos corresponde ahora considerarla bajo el punto de vista mas análogo á las necesidades y usos que el Labrador debe hacer de ella, que es lo que ahora voy á manifestar. Y para proceder con la debida claridad, dividiré este capítulo en dos secciones; en la 1.ª trataré de la naturaleza de las aguas que se emplean en los usos de la Agricultura, Horticultura y Jardinería; y en la 2.ª manifestaré lo que se comprende por *regadío*; examinaré las épocas mas convenientes para regar; y daré á conocer los diversos modos de verificarlo, que convienen segun las circunstancias: procurando hacer las indicaciones oportunas para facilitar las aplicaciones en España.

SECCION PRIMERA.

Naturaleza de las aguas con respecto á sus usos en la Agricultura Horticultura y Jardinería.

90 Las aguas, consideradas bajo las relaciones agrícolas, presentan cinco diferentes combinaciones de principios análogos á la Agricultura; por consiguiente, deben llamar la atencion del cultivador: 1.º *Las aguas pluviales*, tales como caen de la atmósfera; 2º las aguas conocidas con el nombre de *aguas dulces*, que son las de las fuentes, lagos, acequias y rios, y las que se depositan en los estanques; 3.º las *aguas de mar*, que en algunas circunstancias se pueden emplear con utilidad; 4.º las *aguas gordas*, que son las de los pozos, estraidas por norias ó cualesquiera otras máquinas hidráulicas; 5.º últimamente las aguas que algunos llaman *compuestas ó artificiales*, y de que la industria del hombre puede sacar un gran partido para fecundar los campos.

91 1.º Las *pluviales* son las mas fecundantes, por las emanaciones de que ellas se saturan en su descenso de la atmósfera; sirven no solo para el regadío, sinó para la fertilidad del suelo, por los principios que le suministran; y á las plantas, humedeciendo todas sus partes.

92 2.º Las *aguas dulces* ó *naturales* no son tan ricas en principios fertilizantes como las que caen de la atmósfera, *en cuanto son corrientes*; pero haciéndolas estancadas rebalsándolas * por cualquier medio, se enriquecen de sales y de emanaciones atmosféricas, ó por decirlo de una vez, se *meteorizan* del modo mas conveniente. Por manera, que si se llegan á detener las aguas por los medios que propondrémos en esta obra,

* Don Antonio Sandalio de Arias, en una importante adicion al cap. 3.º del Lib. 3.º del *Herrera* pág. 13 del tom. 2.º edicion de la Real Sociedad Económica Matritense, desvanece con aquella claridad y exactitud que le son características, algunas inexactitudes en que incurrió *Herrera* sobre este particular.

entónces una tempestad y aun una manga de agua, que hasta ahora no han producido, en general, sinó estragos, puede suministrar recursos para varios meses de sequedad. Sobre lo cual, no ha fijado el hombre aun competentemente su consideracion; y parece que se reserva el placer de quejarse del tiempo y de la naturaleza, sin atender á que la naturaleza parece que advierte á cada instante y con razon: *ayúdate y te ayudaré.* En algunos parages de Francia, particularmente en Normandía, profundizan en las puertas ó en las inmediaciones de las casas una simple poza, hoya, charca, ó alberca, donde por regueras toscas hacen dirigir las aguas de lluvia, y designan estos depósitos como hemos dicho (81) con el nombre de *mare.* En varias partes de Guipuzcoa, y principalmente en Fuenterrabía se halla practicado en las inmediaciones de casi todos los caseríos una fosa de esta especie, que allí caracterizan con el nombre de *put-zubá.* Cuando el agua está reposada, clara y limpia, la beben los ganados; cuando está turbia sirve para que se bañen y revuelquen los cerdos; y el poso que resulta en el fondo, que siempre está cargado de materias minerales, vegetales y animales, utilísimas á la vegetacion, sirve con muchísimas ventajas para abonar los terrenos, principalmente los flojos ó arenosos. Estas masas de aguas mas ó ménos considerables, formadas alguna vez por la naturaleza, y otras por la industria del hombre, proporcionan cerca de su habitacion, medios fáciles de dar de beber y bañar sus bestias, y ademas bañar algunas veces á los niños.

93 Podrá suceder que algunos Agrónomos prefieran á estas fosas, los pozos, cisternas, abrevaderos murados, y enladrillados ó solados; pero, en estos, el agua sería cruda, dura, y no equivale, para la bebida ni el baño de los animales, á las aguas largo tiempo espuestas á las influencias de la atmósfera, y saturadas, si es permitido esplicarnos así, de principios vivificantes. Mas cuando estas *mares* de los Franceses, los *put-zubás* de los Guipuzcoanos; ó en general las albercas ó pozas que todo Labrador puede formar por sí mismo en poco tiempo á su inmediacion, sin mas que dirigir á ellas las aguas que caen sobre sus tejados ó corren por la proximidad de su casa, no fuesen tan buenas como las de los depósitos hechos con mayores gastos, ¿por qué se han de desperdiciar aquellas? Sobre este particular, debemos siempre tener presente, que no exageraremos nada, en decir que *lo mejor frecuentemente en Agricultura y Economía rural*, así como en todo lo demas, *es el enemigo de lo bueno.*

94 Por esta causa, no titubearé en manifestar desde ahora, y corroborando lo espuesto (80), que sería de la mayor importancia el que hasta en cada choza ó cabaña hubiese un depósito de agua de esta na-

turaleza. Y para contribuir por mi parte á este objeto, diré que la construccion mas adecuada para evitar el mayor número de los inconvenientes que se les atribuyen, es: 1.° estrechar la alberca todo lo posible con relacion á sus usos, profundizándola al mismo tiempo; 2.° abrir fosos mas ó ménos numerosos, mas ó ménos anchos en todas las direcciones que pueden conducir allí el agua; 3.° llenar estos fosos con gruesas piedras irregulares y dispuestas de manera que dejen los mayores intérvalos entre ellas, superponiendo á estas piedras otras mas pequeñas y echando tierra encima. Estos conductos ó tajéas conservan el agua tan fresca y pura como se puede razonablemente exigir, é impiden la evaporacion. Se limpian y renuevan de 10 en 10 años ó de 15 en 15 segun la naturaleza del terreno, cuya operacion no es costosa, y lo que se saca, dejándolo por algun tiempo al aire, servirá de abono para las tierras.

95 He visto tambien en algunas localidades, aun en las cercanías de París, colocadas las albercas á la abertura de largos sumideros ó albañales abovedados que satisfacían mejor al mismo objeto; pero cuya construccion es mas costosa. Se pueden llamar estas albercas, *cisternas planas ó cisternas superficiales.*

96 En algunos parages, donde no hay medio de dar salida á las aguas, es preciso abrir albercas en medio de los campos, de los prados, de los bosques &c. para favorecer el desecamiento. Raras veces son de considerable estension; pero el multiplicarlas podría traer ventajas útiles para criar pescados, tales como las tencas, gobios &c., que procrean bien en aguas estancadas; podrían tambien producir utilidad por medio de plantíos de vegetales acuáticos de gran altura, que cortados en otoño, sirviesen para cama de los ganados y aumentar los estiércoles.

97 El agua de las mencionadas albercas es siempre escelente para los regadíos. Se la puede hacer igualmente propia para la bebida de los hombres y ganados, filtrándola por los procedimientos espuestos (75 y siguientes), y dirigiéndola á una cisterna, y que la conserve fresca para beber. Del mismo modo se podría sacar partido de las aguas de los torrentes, guardándolas en depósitos análogos para los tiempos de sequedad.

98 Las aguas de los rios, que han corrido por mucho tiempo al aire libre, que cuecen bien las legumbres, y disuelven fácilmente el jabon, se reputan por las mejores, despues de las pluviales, para toda clase de riegos. Todas las aguas de las fuentes, manantiales, pozos, charcos &c. que tienen estas propiedades, son igualmente buenas, con alguna pequeña diferencia.

Las aguas selenítosas, esto es yesosas, perjudican á los vegetales, y particularmente á los vivaces, ó perennes, que tienen una larga existencia. En cuanto á las plantas anuales, como son de vida corta, y sa-

can de la atmósfera por sus hojas la mayor parte de su alimento, los riegos que se dan con aguas yesosas no tienen un grande inconveniente. Casi todos los pozos de París, que se encuentran en la orilla izquierda del Sena, contienen mucho sulfato de cal, esto es, yeso; y los numerosos jardines que están situados en esta parte de la poblacion, no se riegan con otras aguas. Sin embargo, no parece que las producciones sufran mucho por esta causa; pero esto se debe atribuir á que la gran cantidad de estiercol y de mantillo, que contiene el suelo de dichos jardines, corrige ó embota la mala calidad de las aguas. Cuando el cultivador se vea reducido á no poder emplear, para regar los árboles exóticos delicados, otras aguas que estas, corregirá un poco su mala propiedad, dejándolas espuestas al aire libre en un estanque en que se eche cualquier estiercol, y mejor el reciente de vacas.

99 3.º *Aguas salobres, minerales y de mar.* Las aguas, que contienen sal en disolucion, son en general mas ó ménos perjudiciales al cultivo de la mayor parte de los vegetales esparcidos en la superficie de la tierra. Las plantas marinas, y las que crecen á las orillas del mar, son casi las únicas que pueden vivir en aguas saladas, ó que estén habitualmente regadas por ellas. Sin embargo, cuando el agua contiene solo una pequeña cantidad de sal marina, puede ser empleada con buen éxito en algunos cultivos: hay esperimentos que parecen demostrar, que, en estos casos, es propia para los prados; que acelera la vegetacion de las plantas que los forman; que es de mejor calidad el forrage que producen; y que los animales, que se alimentan con él, son de carne mas delicada y sabrosa. Los cultivadores no están de acuerdo acerca de la cantidad de sal, que ha de contener el agua, para convenir perfectamente á regar las praderías: unos piensan que basta media libra de sal para una cántara ó arroba de agua; miéntras que otros creen que puede llegar esta cantidad hasta una libra; y en mi concepto serán mejores las que tienen ménos. La Sociedad de *Bath* ha ofrecido premios al que, fundándose en esperimentos exactos, descubra el modo mas seguro de aplicar la sal al cultivo; y en el núm. 75 del Semanario de Agricultura, que se publicaba en Lóndres, y ahora se verifica en Madrid, correspondiente al 2 de diciembre de 1830 se insertan los resultados. En mi concepto, la utilidad de la sal esparcida sobre la tierra, pero no disuelta en el agua, es que siendo muy delicuescente, atrae mucho la humedad de la atmósfera; y por lo mismo produce mayores ventajas en los terrenos secos. Aun no está bien averiguada la naturaleza del terreno á que deben particularmente ser ventajosos los riegos con agua salada; y como pueden obrar muy diferentemente en razon de la calidad del suelo, sería conveniente hacer observaciones exactas, aunque

afortunadamente no es demasiado esencial para los progresos en grande de la Agricultura.

100 Las aguas del Tajo, en las inmediaciones de Aranjuez van cargadas de diferentes sales, entre ellas la sal comun; y en mi concepto, un cultivador reflexivo, con muy pocos ensayos, podrá determinar, con la debida exactitud, á qué especies de plantas convendría mejor; pues si examinamos la vegetacion del mismo terreno, vemos que no puede ser mas frondosa; y en caso de que no fuese ventajosa para algunos vegetales, haciéndolas rebalsar y mezclándolas con aguas de lluvia y echándolas estiercol ú otras materias, haciéndolas pasar por diferentes filtros, se neutralizarían sus malas propiedades, y adquirirían otras buenas; pues, sin temor de exageracion, se puede asegurar que en el dia nada resiste al espíritu analítico é investigador, haciendo los esperimentos convenientes. Segun lo que yo tengo observado en el año de 1817, las aguas del Tajo en el término de Santa Cruz de la Zarza son buenas para beber, para regar y para todo; en Aranjuez ya son malas, repugnantes, y perjudicial el beberlas; en Toledo ya es de mejor calidad; lo que proviene, segun las noticias que adquirí, de lo siguiente. En el terreno de Villarrubia de Tajo, que se halla entre Santa Cruz y Aranjuez, hay minas de sal comun, y se encuentran otras diversas sales. Podrá suceder que el álveo ó madre del rio pase por algun banco que las contenga, y las reciba en disolucion. Pasado Aranjuez entra en el Tajo el agua del Jarama, que lleva ya reunidos el Manzanares, Lozoya, Henares y Tajuña; y como estas aguas son de escelente calidad, mezcladas con las del Tajo, hacen desaparecer ó minoran las malas propiedades que tienen al pasar por Aranjuez. Sin embargo, en Toledo prefieren el recoger las aguas del Tajo en las grandes avenidas del invierno; depositándolas en pozos ó cisternas, donde despues de reposadas, quedan claras y las usan para beber. A pesar de todo, este agua no disuelve completamente el jabon, ni ablanda suficientemente las legumbres.

No sería imposible obviar este inconveniente; pues averiguando el parage donde el Tajo adquiere las espresadas sales, podría remediarse, profundizando algun tanto el fondo ó elevando sus orillas, y haciendo que una capa de arcilla, que podría ser conducida allí arrastrada por las mismas aguas, cubriese el fondo del rio é impidiese su contacto con los bancos de materias que les perjudican.

101 Bajo la denominacion de *aguas minerales* se comprenden todas las que, atravesando filones de diferentes metales, ó sustancias del reino mineral, disuelven sus partes metálicas oxidadas y las llevan consigo. Todas estas aguas son perjudiciales á la vegetacion; pero unas son

ménos dañosas que otras. Las ferruginosas lo son en cuanto contienen oxido de fierro; pero si solo es en pequeña cantidad, en lugar de ser perjudiciales, son favorables á la vegetacion. Mas las aguas que contienen los óxidos de otros metales, y particularmente los de plomo y y de cobre, son peligrosas y aun mortales para casi todas las plantas; pero empleándolas en el riego por *filtracion y evaporacion*, que darémos á conocer (119) podrán servir con ventajas en la vegetacion, y dar otros productos metálicos que se puedan aprovechar

102 Las *aguas cenagosas* ó que contienen en suspension partes terrosas, ó animales como los limos, jugo de los estercoleros &c. son favorables á la vegetacion, á no contener magnesia; pero conviene administrarlas con inteligencia y oportunidad.

103 Las *aguas del mar* pueden ser útiles ó perjudiciales á la Agricultu. Si permanecen demasiado tiempo sobre el suelo, depositan un *limo* bituminoso que hace á la tierra impenetrable á la atmósfera, y frecuentemente á los instrumentos aratorios. Tales son los terrenos de la Flandes, llamados los *moeres*, los de Holanda llamados *polders*, y los que en Fuenterrabía llaman *juncales.*

104 Cuando en estos parages que, por lo regular están mas bajos que el nivel del mar, al ménos en las altas maréas, penetra el agua del mar por alguna rotura de los diques ó por su parte superior, como yo he visto en Fuenterrabía, es necesario entónces llamar el Arte en auxilio de la naturaleza, y por ligeras cascadas obligar á las aguas pluviales á permanecer sobre el terreno y no darles paso sinó cuando el arado puede entrar en la tierra. Cuando, por un acontecimiento de esta naturaleza, penetra el agua del mar, se tienen hechas zanjas cruzando el terreno en diversas direcciones; el agua de lluvia disuelve el esceso de sal que existe sobre el terreno, la lleva consigo á dichas zanjas, por donde se las da salida, ya en las bajas maréas si se puede, ya por medio de alguna máquina hidráulica, como los *polders* que hemos descrito (cap. 4.° Lib. 6), ó los *sífones* de que hablarémos (§ 158 de este libro); y ya procurando que se evaporen las aguas, quedando en el fondo las sales, que se pueden y deben sacar limpiando las zanjas, pero cuidando de echar lo que de ellas se saque en parages que no perjudiquen, ó donde pueda servir para sacar de ellas algun producto útil.

105 Al contrario, sobre las orillas del mar, puede uno procurarse escelentes prados, reteniendo y dirigiendo sobre los terrenos las aguas del Océano; pues está reconocida la bondad de las carnes de los animales alimentados sobre lo que se llaman *prados salados*, que el mar cubre y descubre alternativamente. Debe hacerse alguna distincion entre *agua del mar y agua salada*; la primera constituye los mares, y contiene siempre

muriatos de sosa, de cal, de magnesia y otras sales, materias animales y vegetales; la segunda es aquella en que se han disuelto sales, especialmente el muriato ó hidroclorato de sosa ó *sal marina* propiamente tal.

106 Se ha reconocido mucho tiempo ha, que el agua del mar ó el agua salada, esparcida en gran cantidad sobre los campos, los hacía impropios á la produccion de los objetos ordinarios de nuestro cultivo, hasta que las aguas pluviales las hayan arrastrado, ó hasta que las plantas que descomponen la sal marina, hayan producido todos sus efectos. Pero no es ménos cierto que el agua del mar, y aun la sal esparcida en pequeña cantidad, activa la vegetacion probablemente de muchas maneras, es decir, conservando una humedad saludable en la tierra, estimulando la accion vital de las raices, y favoreciendo la disolucion del *humus*. Los antiguos tenían tal prevencion contra la sal, y la consideraban tan estéril, que la arrojaban en los terrenos donde se habían cometido crímenes horrendos; pero en esta parte la sal es como cualquiera otra sustancia, que en demasiada cantidad perjudica.

107 4.º Las *aguas gordas*, como llevan en disolucion varias sustancias, si estas son de las que necesitan las plantas para su nutrimento, sirven al mismo tiempo de riego y de abono; pero si las sustancias disueltas son de las que no necesitan las plantas, que se riegan con ellas, pueden ser ménos ventajosas y aun perjudiciales. De aquí resulta la necesidad de conocer la naturaleza de dichas aguas para emplearlas en regar únicamente las plantas á que pueden ser útiles y no perjudiciales. Los Agricultores saben que las aguas gordas producen mas verdura; y esto es porque en general las verduras contienen mas cal y yeso, y las sustancias disueltas por las citadas aguas gordas son generalmente la cal y el yeso; tambien han observado que, regando con ellas, no consumen tanto abono; y esto es por llevarlo ellas consigo.

108 5.º *Aguas compuestas ó preparadas por la industria del hombre para utilidad de la Agricultura.* Algunos se sirven de este método fácil y sencillo para llenar las profundidades de los terrenos, y cuyas reglas mas en detalle constan en lo que hemos puesto de *Guglielmini* en el cap. anterior, y que viene á reducirse á construir regueras, caceras, brazales ó tasquibas, que conducen las aguas á estas partes bajas, echando en su corriente tierras mezcladas con otras sustancias en partes proporcionadas, las que lleva el agua consigo para depositarlas en las partes mas bajas. Sustituyendo á la tierra simple, estiércoles bien preparados, margas ú otros abonos necesarios para mejorar los suelos, arenas, tierras calcáreas, piedrezuelas para corregir terrenos demasiado arcillosos ó compactos, arcillas secas y reducidas á polvo para fecundar los terrenos demasiado cargados de arenas estériles, el agua

de las lluvias y torrentes, las aguas dulces y aun las del mar, por todas partes por donde pueden ser conducidas y dirigidas, llegan á mudar, corregir y mejorar la naturaleza del suelo sin considerable gasto; pues bastan por lo general unas simples zanjas, algunos surcos para dividir el terreno, algunas planicies en los álveos para retener y dirigir el agua cargada de los principios que se le han agregado. Estos medios sencillos, dirigidos con inteligencia, bastan en muchas localidades para nivelar, mejorar y fecundizar aun las tierras mas ingratas.

En las libros de Agricultura se habla de varias recetas ó composiciones de aguas, que ha discurrido el ingenio humano; pero cuyas proporciones no están suficientemente fijas en mi concepto, ni tampoco las precauciones con que se deben emplear. Y siendo nuestro objeto el dar las reglas generales que pueden inducir á la verdad, y no el recolectar nociones vagas é imperfectas, juzgamos preferible la indicacion del camino seguro, y que en general conducirá siempre al acierto. El medio directo de averiguar lo que corresponde á esta materia, se reduce á examinar cuales son las sustancias de que principalmente se alimentan las plantas; y como estas las han de adquirir ó del terreno donde se crian ó de la atmósfera, ó de las aguas con que se rieguen *, es indispensable que si no se hallan en el terreno las materias convenientes, se le proporcionen por abonos ó diseminadas en las aguas compuestas. El mejor medio es añadir las que falten en el parage donde se hallen los vegetales; y pues que estos no pueden asimilarse las sustancias (al ménos por lo que se sabe en el dia) sinó en un grado de disolucion completa en el vehículo acuoso, resulta que si desde luego van en suspenó ó en disolucion en este líquido, formando lo que se llaman *aguas compuestas*, se tendrá sobre este particular cuanto se puede apetecer. Luego el grado de perfeccion en esta parte depende de la resolucion de tres problemas que corresponden á la Química: 1.° Demostrar la composicion general de los terrenos en que se trata de efectuar un cultivo; 2.° examinar las sustancias que mas aprovechan ó que absolutamente necesitan los vegetales para su produccion; 3.° analizar las aguas que se tienen, é investigar entre los principios que contienen, las tierras y las aguas, cuales son los que faltan para que puedan producir los que necesitan las plantas. Y aunque este punto no es el que me corresponde á mi desenvolver en particular, indicaré lo que se sabe hasta ahora con bastante grado de probabilidad, y es lo siguiente.

Las sustancias, que producen los vegetales, constan por lo general

* Véase la página 52 y siguientes de la segunda edicion de la importante *Cartilla de Agricultura de Don Antonio Sandalio de Arias.*

(V. § 1239 de la *Química de Thenard*) *de oxígeno*, *de hidrógeno y de carbono*, *y que solo algunas contienen ademas un cuarto principio que es el azóe*. Se sabe por los esperimentos de *Saussure* (V. § 1264 de la *Química de Thenard*), que las sustancias susceptibles de disolverse en el agua, y que consta ya que son absorvidas por las plantas, son *cloruro de potasio*, *sal marina*, *nitrato de cal*, *sulfato de sosa*, *hidroclorato de amoniaco*, *acetato de cal*, *sulfato de cobre*, *goma*, *azucar y estracto de mantillo*.

Prescindiendo de las opiniones acerca del modo de obrar de las sustancias en los vegetales, en lo que todos convienen es, en que las raices las absorven y pasan al seno de la planta disueltas en el agua; que muchas necesitan, para crecer, sales de una naturaleza particular y en cantidades variables: las plantas marinas, por ejemplo, vegetan mal en un terreno que no contiene sal marina, segun ya hemos indicado (51 2.ª); y esta misma sal es nociva al trigo en las proporciones convenientes al desarrollo de los vejetales marinos. La parietaria, la borraja, y las ortigas exigen una tierra cargada de nitratos de potasa (*salitre*) ó de cal; el yeso favorece la vegetacion del trébol, y de la alfalfa, sin producir el menor efecto en otros muchos vegetales.

Cualesquiera que sean las consecuencias que se intenten deducir de los esperimentos acabados de referir, las hay que deberian admitirse desde luego, como la de que *las plantas deben tomar del suelo las sales solubles que se hallan en él*; y que *los mismos vegetales, en razon del terreno en que se hayan desarrollado, podrán contener sales de diversa naturaleza y en cantidad muy diferente*; así, las plantas, que crecen en las costas del mar, son muy ricas en sales de sosa, mientras que las que vegetan tierra á dentro contienen muchas sales con base de potasa.

Penetrando las sales en las plantas, no se descomponen aquellas, permaneciendo sus ácidos unidos á las bases. Las plantas no solo contienen sales solubles, sinó tambien encierran sales insolubles, diversos óxidos, &c.; en una palabra se hallan en ellas, segun los conocimientos que hasta ahora se tienen, el *azufre*, *la sílice*, *la alúmina*, *el óxido de fierro*; *el de manganesa*, *los carbonatos de potasa*, *sosa*, *cal*, *magnesia*, *el hidro-iodato de potasa*; *los fosfatos de cal*, *potasa y magnesia*; *los sulfatos de potasa y de sosa*; *los nitratos de potasa*, *cal y magnesia*; *y los hidrocloratos de potasa*, *sosa*, *cal y magnesia*. No debe creerse que todas estas sustancias se hallen en los mismos vegetales. Las que se encuentran en ellos con mas frecuencia, son el sulfato y el hidroclorato de potasa; el carbonato y fosfato de la misma base; el carbonato y fosfato de cal; el fosfato de magnesia; la sal ma-

rina, la sílice, el óxido de fierro y el de manganesa. Los carbonatos de sosa y de magnesia solo se hallan en algunas plantas marinas, y particularmente en los *sargazos*, y en la salsola soda, y aun el carbonato de sosa, que se estrae de esta por la incineracion, quizá proviene enteramente del oxalato de sosa que contiene; en las plantas que crecen tambien en las orillas del mar es donde se halla el sulfato de sosa; asímismo abunda en ellas la sal marina; algunas plantas como la borraja, el *helianthus*, *la ortiga*, *y la parietaria* contienen solo nitratos de potasa y de cal. El azufre casi no existe sinó en las cruciformes, el hidroclorato de potasa en el sargazo, &c.; la alúmina es muy rara. De todo esto se deduce que hallándose la magnesia en las plantas no debe ser en general tan perjudicial al cultivo como se la supone, y que sobre este punto es de desear un exámen mas circunstanciado.

La mayor parte de las materias que componen la ceniza de los vegetales proviene ménos de la parte térrea del suelo, que del mantillo diseminado en él. En efecto, el mantillo, segun el análisis de *Saussure*, contiene gran cantidad de estas materias, y su estracto está combinado de tal modo con ellas, que hace solubles en el agua las que son insolubles en este líquido puro. De otro modo, sería difícil concebir en las plantas la existencia de la sílice, del fosfato de cal, y del óxido de fierro; porque se ha visto que no absorvían sinó con mucha dificultad aun los líquidos viscosos, de los que es evidente no podrían absorver materia alguna en el estado sólido. Y aunque hay esperimentos de *Schraeder Lassaigne* sobre dicha materia, por sí mismos indican que esta no se halla suficientemente desenvuelta: lo cual parece no se conseguirá hasta que la Fisiologia vegetal, dando á conocer con mas precision los órganos de las plantas, se llegue á descubrir, cómo el vegetal asimila dichos principios, y se desarrolla por una fuerza oculta, inherente á todos los séres orgánicos, causa de casi todas sus funciones, y que se llama *fuerza vital.*

Pero lo que sí me corresponde á mí es indicar los procedimientos mecánicos que se podrían adoptar, para que dichos principios vayan en suspension ó en disolucion en las aguas. Los que vayan en disolucion, si son solubles, no necesitan mas operacion preliminar, que echarlos en los parages donde se conservan ó pasan las aguas; mas para que estas lleven en suspension los que no son solubles en ellas, me corresponde á mí el indicar el medio.

Supongamos que por los procedimientos químicos ó agronómicos se haya investigado que para un cierto cultivo en un campo determinado, se necesite que las aguas conduzcan allí ciertas materias en suspension, por ejemplo, la arcilla, la cal, la marga &c. Los procedi-

mientos mecánicos para que las aguas arrastren dichas materias, consisten en dar á estas un cierto grado de tenuidad para que presentando cada partícula poca masa y mucha superficie, no puedan resistir al impulso del agua, y esta las lleve consigo hasta el parage conveniente. Son muchos los procedimientos que para esto se pueden emplear; pero en general surtirán bien su efecto los siguientes. Si estas sustancias están en forma de piedra, esto es, si tienen una consistencia sólida, no podrán ser conducidas sinó reduciéndolas, en virtud de la doctrina espuesta (§ 58 L. 4.º) á pedazos de tal tamaño, que la velocidad de las aguas las puedan conducir. En este caso, ya sea calcinándolas algun tanto si se necesita, ó como salen de su cantera ó seno de la tierra, se echarán en un sistema de cilindros acanalados en espiral, como los que se tienen en los molinos de yeso, ó para moler los huesos; de estos cilindros sale en pedacitos mas ó ménos grandes; y se pasan á unas piedras de molino ordinarias; se criban diferentes veces hasta que tengan la tenuidad que se requiera para ser trasportados por el agua.

Teniendo ya la tenuidad conveniente, las que resulten de partes sólidas, ya ellas por sí solas ó mezcladas con las arcillas, margas, &c., ú otras sustancias terrosas, se echan en un estanque ó alberca circular adonde han de ir á parar las aguas; y todo el misterio consiste en triturar y remover mucho estas sustancias, para que las partes mas sutíles se eleven y vayan saliendo en suspension con las aguas. El mecanismo que se haya de emplear, podrá ser cualquiera, como los hombres, si es en pequeño; pero si fuese en grande, traería ventajas el aparato siguiente: un eje vertical en medio, que se moviese análogamente al de la noria, é hiciese mover circularmente diferentes piezas que triturasen y conmoviesen constantemente la tierra (fig. 113 lám. 4). De muchas maneras, podría esto verificarse, por ejemplo, una pieza que se compusiese de cuchillas de fierro verticales y que llegasen hasta muy cerca del suelo del estanque (fi. 114 lám. 4) sufrirían muy poca resistencia, y cortarían la masa en porciones verticales de tan poco grueso como se quisiese, aproximando debidamente las cuchillas; en seguida de esta, y movido todo por el mismo árbol, debería venir otra de cuchillas horizontales como se ve en la (fig. 115 lám 4). Despues debería venir un rodillo acanalado de poco diámetro (fig. 116 lám. 4) que lo representa de frente y de costado para que con cuchillas agudas rodase sobre el fondo del estanque y fuese cortando la masa; y luego otro rodillo tambien pequeño y acanalado de frente que viniese como aplastando y dividiendo (fig. 117 lám. 4). Estas cuatro piezas repetimos podrían disponerse al rededor del mismo árbol, estar sólidamente fijas á él, para que penetrasen toda la cantidad de masa, y tambien podría dárseles

la forma susceptible de poder rodar sobre ella sin llegar al fondo cuando hubiese gran cantidad, y que fuesen penetrando á proporcion que disminuyese (*). El motor, que se emplease en esto, podría ser el hombre, las caballerías á la manera de las norias, el agua, ó el viento. Y aunque esto parecerá complicado, por no haberse visto en uso, y tambien costoso, estoy convencido de que el propietario que lo ponga en egecucion oportunamente, quedará considerablemente indemnizado de los gastos que le pueda ocasionar.

109 Aunque las aguas *termales* no se empléan aun en el regadío, con todo podrán convenir en algunas ocasiones: pues siendo el agua y el calor las dos bases principales de la vegetacion, deberán los Agricultores proporcionar á sus campos el agua y el calor que puedan necesitar en los parages donde la naturaleza se rehuse á ello, ó lo verifique solo en cantidad que no sea la suficiente. Cuando las aguas termales sean *azufrosas* podrán cooperar mucho á la vegetacion de las cruciformes, por las razones dadas (108); y aunque hasta ahora, no se ha pensado en echar mano del calor sinó en pequeño y respecto de algunos vegetales exóticos, ó de las almácigas ó producciones forzadas, que se quieren tener fuera del tiempo ordinario, con todo se puede aplicar á las plantas que acomode al Labrador bajo el aspecto económico; pues, aunque con este cultivo, perecen las plantas ántes que siguiendo el método que indica la naturaleza, con tal que el Labrador saque mas ganancia, importa poco que se destruya la planta.

SECCION SEGUNDA.

Idea general que comprende la palabra regadío; *exámen circunstanciado de las diferentes épocas en que deberá suministrarse el agua á los vegetales, y los diversos modos de verificarlo segun las circunstancias, haciendo aplicacion á nuestro territorio.*

110 El proporcionar á las plantas el agua que puedan necesitar, se comprende bajo la palabra *regadío*; de manera, que *regar significa esparcir sobre la tierra ó sobre los vegetales la cantidad de agua que estos necesitan para su nutricion y crecimiento en cada especie de cultivo; y el acto mismo de efectuar dicha operacion, y el beneficio que por su medio recibe la tierra*, se comprende bajo la palabra *riego*. Esto se hace de muchas maneras, en diferentes épocas del año, á diversas horas del dia, y segun los climas, las localidades, estaciones y naturaleza de los cultivos, de las aguas, y de las mismas plantas. Y aunque para fijar bien las condiciones del regadío, no se puede

---

* Pudiera emplearse con ventajas este procedimiento, para hacer remover la tierra con que se hace la teja, ladrillo, baldosa, y todo género de alfarería.

prescindir de las circunstancias locales, siguiendo nosotros siempre la idéa de expresar las condiciones mas generales, dejando á los cultivadores el que las contraigan y apropien á sus localidades y circunstancias particulares, tratarémos de dar á conocer lo mas esencial que se debe tener presente. Con este objeto, debemos observar que los riegos pueden reducirse á dos clases, á saber: *naturales y artificiales.*

111 Las *lluvias*, los *rocíos*, las *nieves* que se deshacen, las *filtraciones* de las aguas, y las *avenidas* de los rios, son los únicos riegos naturales. Bastan siempre ó casi siempre en los paises incultos, ó porque cada especie de planta se encuentra en ellos donde le conviene, ó porque germinando allí naturalmente, brota y florece en las épocas determinadas por la naturaleza. Pero el hombre siembra muchas veces plantas, en terrenos donde no crecerían naturalmente, por la necesidad de tenerlas junto á sí para subvenir á su alimento ó al de sus ganados, ó á lo que es indispensable para diferentes ramos de industria; y tambien sucede que tiene precision ó le resultan ventajas de hacerlo en estaciones diferentes de aquellas en que germinan ordinariamente. Con labores frecuentes, aumenta la evaporacion, y consigue que la tierra adquiera los beneficios atmosféricos; y sería de la mayor importancia que él pudiese regar cuando le acomodase todos sus terrenos, para suplir á la humedad que les falte; mas la privacion de agua en un gran número de parajes; el excesivo gasto de su conduccion á otros; le obligan frecuentemente á dejar á las lluvias casuales é inciertas, el buen éxito de sus sementeras y plantíos, y por consiguiente el resultado de sus cosechas.

112 Los *riegos artificiales* son aquellos con que el hombre suple la falta de los naturales; y como ya hemos indicado (110) y repetimos ahora, no se pueden dar reglas acerca de esta materia, independientes de las circunstancias locales, despues de recomendar este punto á los Profesores de Agricultura, y observadores atentos, vamos á indicar lo que en general debe tenerse presente en mi concepto, y que puede ser mas conducente para nuestra Península.

Aunque en los paises estrangeros, como en Francia, Inglaterra y Holanda, no es tan necesario el regadío, por no hacer tanto calor, y haber mas humedad, sin embargo, se hallan tan convencidos de su necesidad y ventajas, que continuamente protegen la publicacion de obras sobre tan importante asunto, de las que no podemos ménos de citar una de *Mr. Jaubert*, acerca de las corrientes de agua de los Pirinéos orientales, impresa en 1821.

113 Se suelen expresar como diferentes modos de regar, los que resultan de la manera de suministrar el agua; pero si prescindimos de

que se haga con regadera, pala, cazo &c., reducirémos á tres principales, los diferentes modos de regar, á saber; por *inmersion*, por *filtracion*, y por *lluvia* ó *rocío artificial.*

114 El riego por *inmersion*, que es el mas á propósito para el cultivo en grande, consiste en conducir al terreno cultivado, las aguas de un rio, de un estanque &c.; empeña al Labrador en gastos considerables algunas veces, ya en la preparacion del terreno para que pueda recibir el agua convenientemente (87 y 88), ya en hacer las obras para conducir el agua, ya en conseguir ámbas cosas: pero estos gastos, por considerables que parezcan, solo se hacen una vez, y las utilidades que producen duran muchos siglos. Esta especie de regadío, es necesaria principalmente en el mediodia, donde las lluvias escaséan en los tiempos calurosos, y en que es mas considerable la evaporacion, y donde el calor, unido á la humedad, proporcionan á la vegetacion una fuerza tal, que un mismo campo dá de sí anualmente, tres y aun mas cosechas.

115 Al hablar los Autores agronómicos de esta materia, y especie de regadío, dicen que para entregarse con buen éxito á su práctica, como á la de cualquiera otra parte de la Agricultura, es necesario reunir estas tres condiciones que prescriben los antiguos geopónicos: el *querer*, el *poder*, y el *saber*.

116 La primera condicion parece no debe experimentar dificultad; porque el hombre es naturalmente inclinado á desear tanto para sí como para su familia, un aumento de fortuna; pero, si para obtenerle, se ve obligado á un trabajo ímprobo y extraordinario, y hacer adelantos pecuniarios, cuyo nuevo empléo le deje la menor inquietud sobre el buen resultado, desechará toda idéa de innovacion, y se entregará de nuevo á la rutina ordinaria; esta fuerza de la costumbre, es uno de los principales obstáculos que se oponen á las mejoras de que podría ser susceptible la Agricultura, en cada parage, y solo se lograrán vencer con maña y ejemplos.

117 La segunda condicion, esto es, el *poder*, se aplica tanto á las facultades pecuniarias del propietario, como á los obstáculos locales. Sin duda alguna que nada se puede hacer sin capitales disponibles; pero en punto á regadío, el gasto de las obras que exige, y los peligros á que se expone por los métodos conocidos, hacen retraer á los propietarios; por esta causa, uno de los objetos mas principales de esta obra, es proponer medios que sean fáciles, y que se puedan realizar con pocos fondos, y en todo lo que hemos manifestado en los libros anteriores, se facilita la consecucion del objeto mencionado. Acerca de los obtáculos locales ó físicos, solo se reconoce como efectivo el del gasto de las obras de plantificacion, cuando es demasiado grande para poderse com-

pensar por los aumentos de productos que deben proporcionar los riegos; el arte ha conseguido vencer todos los demas; y empleando los métodos que proponemos, se reducirán mucho los gastos.

Existen ademas dificultades morales, que las mas veces vienen á ser obstáculos absolutos en la plantificacion del regadío; y son: 1.° la division de las propiedades; 2.° la dificultad de los cercados; 3.° el uso de los convenios ó pactos sobre todas las tierras no cerradas; y 4.° la oposicion al goce natural de las aguas, que suele ser tan frecuente en las localidades donde hay muchas máquinas hidráulicas &c. Unicamente el Gobierno es la mano poderosa capaz de destruirlas con medidas legislativas y oportunas, de que se encuentran muy buenos modelos en los reglamentos administrativos de Italia, Dinamarca, y de las provincias meridionales de España. Pero todas estas ordenanzas, por sábias que se quieran suponer, como en efecto lo son, dejan en pie las dificultades; y para conciliar el medio de reunir el mayor número de ventajas con el menor de inconvenientes, manifestaré yo al Gobierno, de qué modo pudieran lograrse tan inmensos beneficios sin anticipaciones extraordinarias de gastos.

118 Al hablar de la tercera condicion, esto es, del *saber*, los Autores del nuevo curso de Agricultura tomo 8.° en el artículo *irrigacion*, dicen. "El saber es aquí tanto mas necesario, cuanto él solo puede aclarar la voluntad del propietario, y determinarle con conocimiento de causa. Pero es lo mas difícil de llenar, no porque el estudio del arte de los regadíos exija otros conocimientos elementales que los que todos los propietarios deberían adquirir para administrar bien sus diferentes posesiones, sinó porque, á pesar del número de obras que tenemos sobre este arte, no existe ninguna, al ménos que sepamos, bastante extensa y completa para servir de guia en todos los casos y circunstancias. Tratada esta materia, ya en su conjunto, ya en sus detalles principales, es enteramente nueva; y no podemos ménos de presentar todas las dificultades de este trabajo; y para determinarnos tambien á emprenderlos, hemos tenido necesidad de contar con la indulgencia de los lectores." Igual indulgencia reclamo yo, y con tanta mas razon, *cuanto mi objeto en esta obra, se estiende no solo á todo género de industria, sinó aun á corregir y modificar el clima de España, de modo que sus provincias secas se conviertan en húmedas, y adquiriendo una temperatura mas constante, no se presenten tan considerables y repentinas variaciones, como hemos visto* (35); las cuales originan muchos perjuicios á la vegetacion; y aun la destruccion de muchas plantas, sucediendo en esto, lo que tan frecuentemente se verifica en los animales, con las pulmonías, y otras dolencias, procedentes

del tránsito repentino de un parage caliente á otro frio y *vice-versa*; sobre cuyo punto no existe noticia de que á nadie haya ocurrido, ni siquiera la posibilidad de investigarlo.

119 El regadío por *filtracion*, de que hablan dichos Autores, y que yo denominaré por *filtracion y evaporacion*, consiste en tener el agua al nivel del terreno, en zanjas que circunden las heredades; la humedad se comunica á las plantas filtrándose por la tierra, y evaporándose en la atmósfera. Este modo de regar se usa mucho en Holanda; y yo juzgo podría ser muy provechoso en la Mancha, y Extremadura para regar con las aguas del Guadiana y del Tajo, y en general en todo parage cuyas aguas no fuesen de buena calidad para las plantas á que se destinan. En efecto, se reputa que el agua del Guadiana es poco á propósito para el regadío; y la causa de esto, en mi modo de ver, es el contener magnesia; por lo que si se empléase en regar, sería perjudicial á la vegetacion, á no ser que se neutralizasen sus malos efectos con otras sustancias como hemos indicado (108). Detenida en las zanjas, se va filtrando por las paredes laterales de estas, y comunica su humedad á los vegetales; y como la filtracion se opone á que pase la magnesia, esta se deposita en las zanjas y no perjudica la vegetacion. Por otra parte, el agua, que se evapora en las zanjas, alimenta la vegetacion directamente al estar en vapor, y tambien este, al caer despues por la noche en forma de rocío, relente, &c. Y aunque el agua de que procede el vapor tenga magnesia, no la tendrá el vapor que de ella resulte, ni tampoco el relente ó rocío que de ella se forme y caiga á la tierra; y será tan provechoso, como si proviniese de una excelente agua. Este método podría extenderse con ventajas á toda especie de aguas; y aun las de Rio-Tinto, que contienen sulfato de cobre en disolucion, podrían emplearse con utilidad en la Agricultura, regando por *filtracion y evaporacion*. Ademas, pudiera favorecerse la evaporacion agitando la atmósfera con un ventilador movido por el viento, el agua, ó las caballerías Esto que parecerá de poca importancia, podrá ser útil; y lo será tanto mas, cuanto los residuos de la evaporacion en las zanjas, serían sulfato de cobre ó de fierro, ó la sustancia que contuviese el agua, y que se podría muy bien aprovechar.

Esta especie de regadío no parece convenir sinó á los paises llanos de suelo esponjoso, y cuyas aguas tienen un curso muy lento. Se rodéa la parte de terreno que se quiere empapar de este modo, de fosos mas ó ménos anchos, proporcionalmente á la extension de terreno y de su permeabilidad al agua, dándoles como unos dos pies de ancho, y otro tanto de profundo. El ancho de los pedazos de terreno que por lo regular he visto yo en Holanda, era como de 25 á 50 pies. Los prados

naturales son los que de preferencia se riegan de este modo, y particularmente los destinados al pasto de los ganados. Para abrir estas zanjas ó regueras, será muy ventajoso y económico el invento *Ceres* de *Don Andres Alvarez Guerra.*

120 La Holanda presenta frecuentísimos é interesantes ejemplos de esta práctica. Las vastas llanuras de dicho pais, ofrecen *inmensos* tapices de verdura tan lisos como mesas de villar, comprendidos por una multitud de canales, de fosos y regueras, que dividen el terreno en cuadros mas ó ménos grandes, y como de una ó dos fanegas de cabida. Las regueras y fosos vienen á terminar en un depósito comun, á cuya orilla hay un molino de viento, análogo á los descritos (§ 384 Lib. 6), por cuyo medio se consigue que las aguas se hallen siempre al nivel que se necesita. Ademas, es admirable ver por medio de dichas praderas verdes, una inmensidad de palos y velas de buques que atraviesan los rios y canales, no percibiéndose el cuerpo de los buques, por estar cubiertos por la yerba, y que parece navegan por medio de los campos.

121 En estos pastos se ven juntos por lo comun doce vacas, dos caballos, ocho carneros y dos cerdos, permaneciendo de dia y de noche desde la primavera hasta el otoño. Se conceptúa necesario este conjunto de animales, tanto para sacar todo el partido posible del prado, como para conservar la buena calidad de la yerba, y he aquí las razones. Las vacas, que tienen cubiertos los lomos con mantas, reunen la yerba con la lengua, y no la cortan sinó á tres ó cuatro pulgadas de la tierra. Los caballos, que vienen detras, se alimentan de las yerbas que han dejado las vacas, y las muerden y cortan hasta una pulgada de la tierra; llegan los carneros que apetecen de preferencia las yerbas cortas y finas; y las comen hasta rasar la tierra. Los cerdos, hallando descubiertas las plantas de raices carnosas y nabosas, y otras mas perjudiciales que útiles á los prados, las arrancan y se las comen. Algunas veces las gallinas, separándose de las alquerías ó cortijos cercanos, vienen á los prados y comen los granos que encuentran, y las larvas de insectos y gusanos; de este modo, nada se pierde, aprovechándose todo, sin resultar riña entre animales de especies tan diferentes; todos viven sin disputarse los alimentos, pues los que desdeñan ó no pueden comer unos, los recogen y comen los otros. Las cigüeñas limpian tambien el terreno de los réptiles que en él se pueden encontrar.

122 Luego que los animales han pacido en un prado, hasta aprovecharse de todo el alimento que podía procurarles, pasan á otro, dejando el primero en términos que parece cortado por los mas hábiles segadores. Si se encuentran algunos agujeros hechos por los cerdos, al sacar las aices de las plantas perjudiciales de que limpiaron el terreno, hay que

taparlos con la pala ó con la hazada, y la yerba vuelve á *retoñar con nuevo vigor*, para lo que contribuye el abono de los mismos animales.

123 Son varios los árboles que crecen de preferencia en los terrenos embebidos en las aguas; tales como diferentes especies de sauces, álamos blancos, chopos, fresnos y alisos entre nuestros árboles indígenas; debiendo tenerse presente que los árboles de esta especie y otros semejantes, contienen las tierras, atraen el rocío y la frescura, y descomponen el aire mefítico y pestilencial. Las mimbreras prueban mucho mejor en los terrenos regados por filtracion, que en los que lo son por aguas corrientes ó por inmersion, siendo el árbol que mejor contiene las tierras por la direccion y forma de sus raices; en Holanda hay la costumbre de cortarlas á raiz del terreno, con lo que consiguen: 1.° sostener mejor las tierras; 2.° que si el agua las sobrepuja, no las maltrate, pues á causa de su flexibilidad, ceden al impulso de aquella y luego recobran su posicion natural; y 3.° que producen mayor y mejor número de vástagos ó varas que pueden emplearse en aros de cuba y otros usos.

124 El arte de regar se divide naturalmente en dos partes, á saber: la *teoría* y la *práctica*. La teoría comprende el conocimiento de las diferentes propiedades y destinos de las aguas, los medios de corregir sus malas cualidades, y de emplearlas en todas circunstancias, así como de los tiempos mas favorables para su empléo; la de las diferentes especies de riegos; los pormenores de construccion de todos los trabajos artísticos que exigen en cada caso particular; últimamente el uso que se ha de hacer de las aguas en cada especie de riego para lograr su mas completo efecto.

125 Por *práctica de los regadíos* se entienden las diferentes aplicaciones que pueden hacerse de la teoría segun las circunstancias particulares de sus localidades. Las aguas turbias participan de las propiedades fertilizantes y humectantes de las limpias; y ademas depositan en las tierras que inundan, el abono de aluvion de que vienen cargadas, y que es mas ó ménos fertilizante, segun la naturaleza de las sustancias que llevan.

En efecto, se reconoce generalmente por todos los Agrónomos, que uno de los abonos mas útiles en general para toda especie de terrenos es el poso que dejan las aguas de las avenidas, y de los rios, al depositarse; la razon es, que dichas aguas llevan en suspension las partículas mas tenues de las sustancias vegetales, minerales y animales que contribuyen eficacísimamente á la vegetacion; y como poco tiempo ántes se hallaban recibiendo los beneficios atmosféricos, resulta que el riego con aguas cargadas de estas materias es sumamente benéfico.

De aquí parece se podría inferir, que el regar con las aguas que contuviesen en suspension el fango de los canales, debería producir ventajas, y ser este un medio de limpiarlos con beneficio de la Agricultura. En esto hay sus precauciones que tomar; porque las materias, que forman el fango de los canales, aunque en un principio se compusiesen de partículas de sustancias minerales, vegetales y animales que fuesen útiles á la vegetacion, sin embargo, como han estado mucho tiempo debajo del agua, han perdido la meteorizacion que les daba el contacto con la atmósfera, y en su lugar han adquirido principios salinos, ácidos, metálicos, &c. que las hacen perjudiciales si se aplican inmediatamente al riego de los campos sembrados. Por esta causa, para que el fango de los canales sea ventajoso á las plantas, conviene tenerlo un año ó dos fuera de las aguas, espuesto á la accion atmosférica; y mezclándolo despues con los abonos, sería sumamente ventajoso para fertilizar las tierras. Lo sería igualmente, dando un riego con agua turbia de los canales, con tal que la tierra no estuviese entónces sembrada: en cuyo caso, penetrando el agua en el terreno ó evaporándose, quedaría sobre la tierra y en contacto con la atmósfera una costra sumamente delgada de las materias que componían el poso ó fango del canal, y estando allí por algunos dias, perdería sus cualidades perniciosas, adquiriendo las benéficas, é incorporándose despues al dar las labores con la tierra y los abonos, cooperar al mejor y mayor producto de los campos. Cuando el terreno sea arenoso, es muy conveniente regar con aguas cargadas de fango, como un medio de proporcionar consistencia ó migajon á las tierras, y en tal caso, no ha de echarse de una vez tanta cantidad como el terreno pida de suyo, sinó que, por el contrario, es mas provechoso el echarlo en varias ocasiones. Y para no omitir ninguna cosa que pueda cooperar á que se saque partido de todo, me parece oportuno indicar que hay una planta que, sembrada para el uso de prados, y regada con estas aguas, rendiría buen forrage. Esta es la *festuca elatior de Linneo*, que se creía espontáneamente á la orilla de los rios, en los prados húmedos y en los lagos ó pantanos.

Pero hay otro medio por el cual se conseguiría al mismo tiempo limpiar el canal, sacar iguales ventajas del trasporte de los efectos por la navegacion interior, y hacer que el agua, al salir inmediatamente del canal, se convirtiese en benéfica para el abono de los campos sembrados, y que depositase al mismo tiempo la parte gruesa del fango para conservarla en parages adecuados y prepararla para que sirva despues de abono. Está reducido á hacer que el agua, que sale por la boquera del canal, caiga en una especie de depósito algo profundo, como representa en planta y corte la (fig. 118 lám. 8), y que en toda su boca es-

cepto en el parage *A* por donde ha de entrar el agua, esté cubierto de un tejido de mimbres á manera de cesta ó ceston, ó de otro cualquier ramage, como de pino, cañas, carrizos &c. Sobre este se podrá echar estiercol reciente de caballo ó de vaca, ó de ambos. El agua no pudiendo subir hasta salir por *B*, sinó al traves de los mimbres y del estiercol, resulta que estas materias harían las veces de un filtro para impedir que las partes mas groseras penetrasen, en cuyo caso se precipitarían; y solo pasarán en las aguas las partículas mas tenues; las cuales, atravesando el estiercol, se combinarían con los principios fertilizantes de estos é irían á bonificar los terrenos. La demas parte, que permaneciese en lo hondo de la fosa ó poza, se podría mezclar con el estierciol que quedase encima del tejido de ramage, ó cañas, y conservándose en parages adecuados uno ó lo mas dos años en contacto con la atmósfera, serviría ya de escelente abono. Cuando las tierras no sean en esceso calizas podría tambien mezclarse con el estiercol alguna cal viva. En el libro siguiente, al describir las boqueras que hay en el canal de Aragon, manifestarémos la forma, que se les deberá dar, y providencias que se deberán adoptar para conseguir limpiar el canal, impedir que se continúe cegando, y que salgan turbias las aguas para fertilizar los campos en los términos que acabamos de esplicar.

Un punto sumamente esencial es, que *el agua que se empléa en regar se halle á la temperatura de la atmósfera.* En efecto, el calor es tan indispensable á la vegetacion de las plantas como el agua; pero cuando esta última es muy fria, les roba el calor que les es necesario para el equilibrio. De este modo se resfrían las plantas; disminuye la vegetacion y acaso se interrumpe; y repitiéndose con frecuencia semejantes alternativas, influirán enérgicamente en la salud de las plantas jóvenes, como lo tiene acreditado la esperiencia. Por lo mismo, no hay que perder de vista que es sumamente perjudicial el regar con aguas de pozo, sin haberlas dejado por algun tiempo espuestas á la temperatura del aire. El regar durante los calores es perjudicial á las plantas jóvenes. Algunos piensan ser preferible regar con aguas de estiercol ó con aguas corrompidas, al regar con aguas claras. Hay paises en que se echa á estas aguas parte de los ingredientes que se reputan con razon llevar consigo la fertidad; así es, que se echa en el agua en dichos paises la palomina, el escremento de los carneros &c. aunque tampoco debe hacerse con demasía. Si las aguas son calientes, se las debe dejar enfriar; si frias, se calentarán poniéndolas en movimiento, ó haciéndolas pasar á un depósito espuesto al calor del sol, y agitándolas con alguna máquina hidráulica; pues la mejor agua segun hemos dicho (§ 69 Lib. 1) es la que ha servido ya de motor.

Ultimamente, si las aguas están cargadas de sustancias no fertilizantes como el yeso, las sales, la cal &c., se hacen reposar y se bonifican mezclándolas con estiercol ó con buenas tierras, que neutralizando sus propiedades perjudiciales, formen por su combinacion química otras sustancias que favorezcan la vegetacion. Existen numerosos ejemplos de que la opinion unánime de todos los propietarios de un pais está en favor del ragadío, y que es sumamente provechoso su uso, pudiéndose repetir con *Mr. Andreson.* "Dejar correr al mar una gota de agua sin baberla hecho pasar ántes por las tierras, para fertilizarlas, es desperdiciar el abono mas precioso."

Acerca de las obras relativas á la toma de aguas y demas requisitos hasta hacerlas llegar á las tierras, nos hemos estendido lo suficiente en el (Lib. 3.º). Los riegos hechos en medio del dia causan algunas veces la muerte á las hojas en los paises calientes; por lo cual conviene se verifiquen al salir ó poner el sol.

126 Si los riegos bien combinados son ventajosos, perjudican cuando son demasiado multiplicados ó prolongados: 1.º por llevar á las capas inferiores el humus ó tierra vegetal en que estriba la fertilidad, y he aquí una de las razones de necesitarse mas abonos en los campos de regadío; 2.º por hacer mas acuoso el forrage, y por consiguiente ménos nutritivo.

127 En las montañas no son por lo comun las aguas adecuadas al regadío, ya por contener magnesia en suspension, y que lleva su infertilidad á todas las partes donde se deposita, ya porque provienen de la fusion de las nieves ó ventisqueros que carecen del grado de temperatura que conviene á las plantas. Lo que se evita deteniéndolas en depósitos; y para no dejar que pase la magnesia, se hará que el agua atraviese una especie de filtro como el de la (fig. 118 lám. 8).

128 El regar algunos dias ántes de cortar los henos, favorece esta operacion; y regarlos despues perjudica por lo general, por entrar el agua en los cortes y podrir la parte superior de las raices.

129 Terminarémos este punto manifestando el medio mas adecuado de regar, y que yo tengo escogitado. Es un principio universalmente admitido como verdadero, que cuanto haga el hombre imitando á la naturaleza, no puede ménos de salirle bien. Todos los Agrónomos están acordes en que el mejor modo de fructificar los vegetales, es recibiendo el agua por medio de la lluvia ó rocío. Luego, lo que nos importa es imitar á la naturaleza, estableciendo el regadío por medio de una lluvia artificial. La esperiencia ha confirmado ya en los jardines de recréo, que regando los árboles con agua que caiga en forma de gotas sobre sus hojas y copas, resultan no solo las ventajas del regadío, sinó que se

desprende de las hojas el polvo que las abrasa, y cayendo el agua en gotas á la tierra, adquiere en su descenso por la atmósfera todos los principios y emanaciones que contiene en suspension, arrastrando el polvo que tienen las hojas sobre sí, que les impide la transpiracion y llevándoselo consigo el agua, se hace esta mas fecundante, y coopera mejor á la vegetacion. Mi objeto es indicar los medios de poder verificar en grande esta especie de regadío; y es precisamente lo que vamos á manifestar, y procede naturalmente de lo espuesto (cap. 3.° Lib. 6). En esta circunstancia, no hay que nivelar la tierra, ni hacer preparacion alguna, siendo por lo mismo muy ventajoso. Está reducido á hacer un uso oportuno de nuestra *bomba de rotacion perfeccionada.* En efecto, supongamos que se tenga una heredad cualquiera (fig. 119 lám. 11) ya horizontal ó de piso inclinado, ya desigual, y en el grado que se quiera y como se quiera. Supongamos que el depósito de agua ya corriente, estancada, de pozo, noria &c., se halle en la posicion mas desventajosa, como por ejemplo en lo mas distante de la heredad y en la parte mas profunda, como *N* ó fuera de la heredad como en *R*, pues manifestado en los casos mas desventajosos, queda demostrado en los otros; porque nada presenta mas sencillez que el tránsito de lo difícil á lo fácil.

Supongamos que en las inmediaciones del depósito ó á cualquier distancia de él, con tal que no esceda en altura vertical de unos 30 pies esp., se plantifique una bomba de rotacion perfeccionada de las descritas (§ 324 y sig. Lib. 6), y que tenga comunicacion por medio de tubos de fierro, de plomo ó de cáñamo sin costura lateral, hasta los puntos en que convenga que salga el agua, como por ejemplo en *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, dirigiendo y haciendo que desde la bomba de rotacion fuesen diferentes tubos á cada uno de ellos, ó lo que sería mas económico, dirigiendo por ejemplo solamente un tubo principal *omn*; y que saliesen desde *m* otros dos laterales y dirigidos á los puntos *d*, *e*; y desde *n* los cuatro que fuesen á parar á los *a*, *b*, *c*, *f*. La colocacion de estos tubos no exige ninguna obra costosa, pues pueden ponerse debajo de tierra para no causar estorbo en los sembrados, y de cualquier modo, entre ladrillos si son de plomo, ó en la misma superficie del terreno, y dirigidos por cualesquiera sinuosidades si son de fierro fundido, pudiendo servir tambien las cañerías ordinarias. Veamos ahora con cuanta sencillez puede conseguirse el objeto por mi mecanismo. En *a* por ejemplo, se atornillará un tubo de cuero ó de cáñamo de ochenta, ciento ó mas pies de longitud; pero si es de cien pies, lo puede manejar fácilmente un hombre solo, el cual toma la lanza del bombero (fig. 120 lám. 7), ya sola para que salga un chorro continuo que pueda llegar á las copas de los árboles, ya adaptándole en su estremo la

rosa, *lluvia* ó *alcachofa* del jardinero (fig. 121 lám. 7), cuando las plantas que se han de regar no tienen mucha altura. Pero siempre debe tenerse presente que miéntras mas alta se haga subir el agua, mas se meteorizará, y mayor número de propiedades fecundantes adquirirá en beneficio de la vegetacion. El motor que puede emplearse, para dar este impulso, será cualquiera de los mencionados al tratar de dicha bomba. Y si llega á ensayarse este procedimiento con discrecion, juzgamos resultarán ventajosas importantes.

CAPÍTULO IV.

Diferentes usos y aplicaciones del agua que no están suficientemente divulgados, y cuyo conocimiento es ventajoso propagar.

130 El objeto de este capítulo es manifestar los descubrimientos modernos acerca de los usos del agua en sus diferentes estados, y dar á conocer las ventajas que de esto pueden reportar los diferentes ramos de industria. Considerémosla primero en estado sólido. El agua pasando del estado líquido al de hielo, recibe un aumento de volúmen que se gradúa en $\frac{1}{11}$ del que tiene á *cero* cuando está líquida. Por esta causa, en el tránsito de un estado á otro, ejerce un esfuerzo sumamente poderoso, resultando graves inconvenientes de este aumento de volúmen; así, cuando el agua está encerrada en cualquier espacio, al momento de su congelacion, su fuerza espansiva es tal, que comunmente rompe y destroza todo lo que le sirve de cubierta. *Bouot* ha conseguido romper por este medio un cañon de fierro de un dedo de espesor. Pocos habrá que no hayan visto vasos de diferentes materias, quebrados por esta misma causa, y bien sabido es que la corta cantidad de agua que se introduce en las hendeduras de las piedras, causa muchas veces su rotura en las grandes heladas. Igualmente se sabe el gran daño que causa en los vegetales esta misma fuerza espansiva del hielo, cuando les sobreviene un frio intenso en el instante en que los vasos de la savia están llenos de jugos. En fin, el agua, al congelarse, causa frecuentemente la rotura de los tubos de conduccion; y he aquí un grandísimo inconveniente contra el cual toda precaucion es poca, al establecer la conduccion de las aguas, segun hemos indicado (§ 330 Lib. 3.º). Los mejores medios, para evitar estos males, es impedir el contacto del aire, guarneciéndolos con cuerpos poco conductores del calórico.

131 Puesto que la naturaleza nos presenta ejemplos constantes de que el agua congelada rompe las piedras, podemos emplearla en las canteras, haciendo artificialmente grietas, hendeduras ú hoyos, y obligar de este modo á que se desprendan grandes peñascos, como yo he

visto en el canal de Orgon entre Aix y Avignon. Tambien puede servir para hacer que se desprendan grandes masas de tierra en los desmontes, ó el que se conmueva ó quebrante el terreno que se quiere desmontar.

132 El agua en estado de hielo, sirve para aliviar muchas dolencias, considerándose como un tónico poderoso, y para hacer bebidas refrigerantes que satisfagan nuestras necesidades y conveniencias. Los Médicos la reputan como un sedativo poderoso; y aun en los paises calientes es muy útil como tónico y refrigerante.

133 No siendo, ni pudiendo ser nuestro ánimo entrar en ninguno de los pormenores sobre este particular, que forma la parte esencial de la profesion de botilleros, reposteros, &c. &c.: y sí el llamar la atencion acerca de lo que no es bastante conocido y puede producir ventajas, nos detendrémos únicamente en lo que se halle ménos divulgado. Por lo que no podemos omitir uno de los usos mas interesantes al adelantamiento de las Ciencias, y que podrá no ser indiferente para los progresos de las Artes, á saber: que *el hielo puede servir para producir considerables grados de frio, y tambien para producir grados considerables de calor.* La primera parte de esta proposicion no costaría gran trabajo el concebirla, por el supuesto erróneo y equivocado en que se está comunmente de que una gran masa de hielo produce un *grado considerable de frío.* Lo que no es así; pues aunque en nuestros climas se reuniese todo el hielo del mundo, no se podría conseguir un grado mayor de frio que el que hubiese en el aire ambiente. Pero lo que aquí queremos espresar es, que cualquiera que sea la temperatura del aire ambiente, con el ausilio del hielo, se puede conseguir hacer bajar dicha temperatura hasta unos 70° del termómetro centigrado (56 del de Reaumur): cosa que costará repugnancia el creer, pero que cada uno puede verificar donde y como le convenga. En efecto, *si con cuatro partes, en peso, de hielo machacado, se mezcla una parte de ácido sulfúrico concentrado, y se agita la mezcla, hace bajar el termómetro en algunas circunstancias hasta mas de veinte, treinta,* y *aun cuarenta grados debajo de cero.* Luego, si suponemos que el termómetro señale 30 grados para la temperatura del aire ambiente, estos 30 grados, unidos á los 40 inferiores á cero que resultan por la mezcla, componen los 70 de que hemos hablado arriba.

134 Esta verdad científica ha producido ya muchas ventajas al progreso de las Ciencias; pues por este medio, ya solo, ya combinado con otros, se ha conseguido poner en estado de líquido el aire atmosférico y otras sustancias gasosas (V. nota del § 467 II. C.); y probablemente no tardarán mucho las Artes en sacar partido ventajoso, así como lo han sacado de la fuerza de vapor.

135 Pero lo que parecerá todavía mas increible, es que con el mismo hielo ó con la misma nieve, y con el mismo ácido sulfúrico, y solo con variar las proporciones, se pueden conseguir muchos grados de calor, cualquiera que sea el grado de frio del aire ambiente. En efecto, mezclando una parte de hielo en peso, con cuatro de ácido sulfúrico concentrado, se consigue producir un grado considerable de calor que puede ascender á mas de cincuenta ó sesenta grados; si en vez de hielo, se tomase nieve segun cae, facilitaría el que la mezcla se verificase con mayor rapidez, y podría llegar el calor, como ha sucedido algunas veces, hasta ciento y cincuenta grados. Esto puede hallar aplicaciones útiles en diversas circunstancias: y tanto mas ventajosas, cuanto el producto que resulta no se pierde en manera alguna; puesto que concentrado, cuando y cómo se juzgue conveniente, dará casi la misma cantidad de ácido sulfúrico, y en la misma forma que se empleó, sin mas que una ligera pérdida. Mas como en muchas operaciones de las Artes se necesita usar del ácido sulfúrico diluido en agua, se puede aplicar á este uso, y entónces no se tiene pérdida ninguna.

136 Este hecho, que cualquiera puede comprobar, debe servir de norma para convencer del influjo de las Ciencias; y deducir, que *con los mismos ingredientes que se produce el mayor frio, que hasta ahora han podido proporcionarse los mortales, se puede conseguir sin el auxilio del fuego, ni ninguna otra causa, que resulte un grado considerable de calor, y mas de vez y media mayor que el del agua hirviendo.* Insistimos en que nuestros lectores fijen su consideracion en este hecho singular y notable; porque si se convencen de esta verdad en el caso, mas raro al parecer, quedarán igualmente convencidos, de que en los demas asertos contenidos en esta obra, que les parezcan ó maravillosos ó exagerados ó imposibles, deberán al ménos suspender su juicio hasta que los verifiquen por sí mismos; y pues no puede haber cosa mas opuesta al parecer, que el producir calor con el hielo, encontrarán infaliblemente la posibilidad en todo lo demas que aseguramos.

137 Con este motivo, no podemos ménos de indicar la inmensa sabiduría que contiene aquella sentencia de que *Dios crió el mundo en número, peso, y medida*; pues que faltando alguno de estos requisitos, en cualquier circunstancia de la vida, se rompe el equilibrio, y resultan efectos enteramente opuestos.

138 Sirve ademas el agua, en el estado de hielo para conservar ciertos objetos, como son algunos frutos, curar los jamones &c. Y puesto que no se puede poner en duda el que en muchos casos el hielo es útil, no será inoportuno el que manifestemos el modo de formarle artificialmente donde la naturaleza no lo produce, como sucede en nuestras pro-

vincias meridionales, en la Habana &c.; por lo que terminarémos este punto, esponiendo el procedimiento de que se valen hace mucho tiempo en Bengala para la fabricacion del hielo, publicado por *Mr. Williams* en el tomo 43 de las *Transacciones Fisolóficas.* La fábrica, de que habla, da ocupacion á trescientas personas. "Un terreno bien nivelado, y de competente estension, está dividido en pequeños cuadrados de cuatro á cinco pies de lado, rodeados de un pequeño reborde de tierra de cuatro á cinco pulgadas de altura. En estos espacios, cubiertos de paja comun ó de cañas de azúcar secas, se colocan otras tantas cazuelas llenas de agua. El hielo se cuaja abundantemente, cuando el aire está en calma y el cielo sereno; las nubes y el viento impiden su formacion. *Mr. Williams* ha reconocido por la esperiencia, que la temperatura del aire ambiente, es casi siempre en muchos grados superior á cero; y una vez, colocado el termómetro sobre la paja al lado de las cazuelas, no baja sinó á 5°,6 lo mas, mientras que el hielo se formaba rápidamente y adquiría mucho espesor. Esto, como ya se ha indicado, se debe atribuir al calórico radiante." Se ha establecido en la llanura de *Saint-Ouen* junto á París una fábrica de hielo, fundada en los mismos principios. Basta que la temperatura del aire baje á 2° ó 3° sobre cero para obtener placas de hielo bastante gruesas En general agitando mucho el aire contra una superficie líquida se facilita la congelacion.

139 Los usos del agua, en su estado líquido, son generalmente conocidos, y ya los hemos indicado en la introduccion y otros parages; pero aquí enumerarémos los que se hacen mas en grande, ó que por otra parte no están bastante difundidos. En las Artes se empléa muy en grande para separar unas de otras las sustancias de peso específico muy diferente; y de este modo, lavando las venas de fierro y de otros metales, se limpia y separa gran parte de la arcilla y otras materias terrosas mezclada con ellas. Se usa con mas frecuencia como potencia motriz, y es un alimento indispensable tanto para los animales como para los vegetales; es el vehículo que sirve para conducir á lo interior de los séres organizados los principios nutritivos, y es igualmente el vehículo que sirve para espeler las materias supérfluas. Los Médicos se aprovechan mucho de ella suministrándola interior y esteriormente. Se evapora por sí misma; y ascendiendo á la atmósfera, se precipita de ella para volver á evaporarse de nuevo, y filtrándose en la tierra se reune en grandes cavidades subterráneas, de donde sale formando manantiales, rios, lagos &c. Pero su principal uso es como disolvente; y por esta propiedad la consideraban los antiguos como *el gran disolvente de la naturaleza.* Los Químicos se valen de ella para descomponer y disgregar una gran multitud de cuerpos...... En esta propiedad se fundan muchas artes co-

mo son las de estraer del seno de la tierra: 1.º el nitro, la sal marina, el alumbre, el sulfato de fierro ó caparrosa, y en general las mas de las sales; 2.º el azúcar, la goma de los vegetales y las materias colorantes que contienen; 3.º la cola fuerte de las sustancias animales. En la propiedad disolvente del agua se funda tambien el arte del blanquéo, el de fabricar el azul de Prusia, los ácidos nítrico y sulfúrico, los medicamentos y otros muchos que no se nombran. El agua *sirve tambien para producir frio y calor cuando y cómo se quiera.* Para producir frio lo tenemos espresado (§ 425 1.º II C); y para producir calor, basta echarle poco á poco ácido sulfúrico concentrado, el cual se va al fondo; pero si se agitan los dos líquidos producen mucho calor. Cuando la mezcla se hace con dos libras de ácido, é igual cantidad de agua, el calor sube á mas de 100°.

140 El agua, *convertida en vapor*, sirve con muchas ventajas para calentar grandes masas de agua, ó derretir cualesquiera otras sustancias, como la cera, el sebo &c.; lo cual se consigue haciendo hervir el agua en una caldera en cuya abertura hay dos tubos que comunican con el suelo de las vasijas en que está el agua fria. Este método tiene la doble ventaja de que por medio de una sola caldera, y un solo fogon se pueden calentar 4, 5, 6, ó mas tinas ó baños, que en vez de ser de metal, pueden ser simplemente de madera. Por otra parte, basta una cantidad muy pequeña de vapor, para calentar otra, aunque sea grande, de agua; pues una libra de vapor á 100°, que pasa por 5,5 libras de agua á 0°, producirá 6,5 libras de agua hirviendo, si se impide la pérdida del calor por los lados de las vasijas. Esto proporciona en el dia una gran economía en muchas artes, como sucede en los tintes; y hemos espresado (534 L. 5) para hilar la seda &c.

141 No podemos omitir la aplicacion del vapor al uso de las cocinas; pues ya no queda duda alguna de las grandes economías y ahorros que el vapor proporciona á las familias, aplicado á los usos domésticos. En la cocina del *Asilo real y naval de Greenwich*, se halla establecido el modo ventajosísimo con que se hace la comida, por medio del vapor para 1000 muchachos.

142 El vapor del agua es el que proporciona al hombre en el parage en que quiere, la mayor fuerza motriz que se conoce, y que no tiene límite en ningun sentido, sirviendo para todo género de industria, de trabajo en las Artes, Agricultura, transporte &c.

143 Sirve con muchas mas ventajas que el agua líquida en las perfumerías; y sobre este punto no podemos ménos de lamentarnos de que no se saque partido de nuestra flor de naranja tan abundante y esquisita en nuestras provincias meridionales, cuando en el Estrangero se

hace un consumo considerabilísimo, en términos que he visto en Orleans vender la libra de flor de naranja recien cogida del árbol, á 12 reales de vellon y en París á 24.

144 Sirve con ventajas para sacar aguardiente del orujo de la uva. Puede servir para hacerle pasar por debajo ó en la inmediacion de los árboles y hacer que se derrita la nieve que hay sobre ellos, á fin de que no les robe el calórico al deshelarse.

145 No será inoportuno el indicar aquí algunos usos que suelen tener las aguas *termales* en beneficio de la Industria y Agricultura. Ya hemos dicho (109) lo relativo al uso de estas para el regadío; pero pueden ademas producir ventajas en la Agricultura y Economía rural para el cultivo de muchos vegetales preciosos, cuya existencia exige cierto grado de calor. En efecto, por este medio se podrían criar los frutos mas delicados y agradables, como son la piña ó ananas, y todos aquellos vegetales que necesitan de camas calientes. Bastaría para esto, hacer una estufa ó invernáculo cualquiera, de modo que estuviese espuesto á la luz, y con vidrieras; y haciendo pasar las aguas termales por tubos cerrados de plomo ó de fierro, que formasen recodos tanto en el suelo como en el medio de las estufas ó adheridos á la pared, se podría conservar el grado conveniente de calor; y tener por este medio casi sin ningun gasto los frutos mas esquisitos de la zona tórrida.

146 Terminarémos este punto, indicando que en estos últimos tiempos se ha hecho aplicacion de las aguas termales para sacar artificialmente los pollos, y en general, todas las aves; yo me hallaba en París cuando en 1825, en 1826 y 1827 se han hecho los primeros ensayos con el mejor éxito. Teníamos pensado estendernos algo sobre este particular, por ser una de las ventajas considerables que se podrían sacar; pero en el momento en que íbamos á principiar nuestro trabajo, hemos visto con satisfaccion que *Don José Luis Casaseca* se ha ocupado de él en su apreciable *Propagador de conocimientos útiles*: y como, repito, que mi objeto no es aglomerar lo que otros digan, sinó manifestar el modo de sacar mas partido de las aguas, no me detendré sobre este asunto, y me contentaré con indicar los parages de España en que hay aguas termales con el grado de calor conveniente para esta especulacion, y son los que siguen. Las de los Baños de Graena y Alicun en el territorio de Guadix; las de Baza, Almería, Alhamilla, Fortuna, Arnedillo, Béjar, Caldas de los Reyes, de Mombull y de Oviedo: y tambien las de Caldelas y Tiermas.

CAPÍTULO V.

Modo de evitar los perjuicios que puede originar la demasía del agua, en cualquiera de sus tres estados.

147 Ya hemos insinuado (137) la gran sabiduría que encierra la sentencia de que *Dios crió el mundo en número, peso y medida*; y hemos dado allí ejemplos de que, sin mas que variar las proporciones de las mezclas de varias sustancias, se producen efectos enteramente opuestos; y por esta causa debemos ahora indicar que, á pesar de las inmensas, útiles y trascendentales aplicaciones del agua, sin embargo, reunida en mayor cantidad de la que en cualquiera de sus tres estados se requiere para las diversas funciones de la naturaleza, causa perjuicios y daños de consideracion. Y el objeto de este capítulo es hacer las indicaciones que puedan conducir á evitar estos perjuicios.

148 Hemos indicado ya (394 L. 3.° y 17 y 30 de L.8.) los estragos que hace cuando en estado de hielo se fija en los vegetales; y uno de los medios que, en mi concepto, se podría adoptar para disminuir sus perjuicios, sería el disponer una marmita cualquiera en un hornillo portátil, y que el vapor saliese por un tubo de cuero que tuviese al estremo una pieza como representa la (fig. 120 y 121 lám. 7). Este medio, que no es tan costoso ni complicado como á primera vista parecerá, podrá servir para conservar aun en grande nuestros olivares, y muy particularmente las plantas y árboles delicados de nuestros jardines.

149 El agua, en estado de hielo, es tambien muy perjudicial cuando se halla sobre los edificios; y dirigiendo oportunamente el vapor del agua, podría conseguirse liquidar el hielo, y que permaneciendo ménos tiempo sobre los tejados, ó azotéas, no causase tanto daño. Rociando el hielo con ácido sulfúrico, se podría deshacer tambien. Y usando de palas metálicas calientes, se podría cortar el hielo con facilidad y que cayese á pedazos de los techos de las habitaciones.

150 Ademas del vapor acuoso, podría servir para preservar á los olivos, los naranjos, limoneros &c. de los estragos de la nieve, poniendo cal viva, bien sea en el suelo, ó bien colgada en alguna espuerta, cesta ó cenacho. Esta, atrayendo la humedad, ya del aire ambiente, ya del suelo, ya de la nieve que se derrita, se va empapando de ella, y desprende un grado de calor tal, que puede hacer subir el termómetro hasta 300 grados; y este calor esparcido por la atmósfera se estenderá á la nieve que se haya pegado á las ramas y hojas; y liquidando la parte inferior, resbalará hácia el suelo y caerá. Si el terreno es demasiado arcilloso ó arenisco, nada importa que la cal se esparza y quede

en él; pues servirá para bonificarle; pero si el terreno, ya por sí tiene bastante cal, podrá esta, luego que esté apagada y conservada en la espuerta ó vasija en que se coloque, servir para las obras. Este recurso, en muchas ocasiones, puede traer estas dobles ventajas que no son indiferentes; y no hay demasiadas dificultades para practicarlo en grande.

Algunos Autores aconsejan para este mismo objeto de derretir las nieves, que se fijan sobre los árboles particularmente, y tambien para disminuir los estragos de los grandes frios, el formar humaredas, quemando estiércol pajoso, matas y ramage algo verde; ó si está seco, rociándolo con agua. La época que prefijan para encender estas hogueras, es la de un poco ántes de salir el sol y conviene colocarlas hacia el parage por donde con mas frecuencia reina el viento, á fin de que el humo se dirija á donde se necesite. Este procedimiento se ensayó con los resultados mas favorables en pequeño, el año de 1827, y en grande el año de 1828 en el Concejo de Zalla, Señorío de Vizcaya.

151 Para evitar los perjuicios que, al construirse las obras, pueden causar las heladas, se acostumbra en Francia y otros parages cubrir las partes recientes de las obras, y las piedras y demas materiales con paja, esteras &c. para que la nieve ó el hielo no esté en contacto inmediato.

152 Para obviar los inconvenientes que el agua líquida, en demasía sobre los terrenos, podría originar, se hace uso de los desagües y de todos los medios espuestos en esta obra.

153 Para quitar la demasiada humedad en los edificios recien construidos, y que se puedan habitar, basta poner en las piezas cal viva para que se apague, ó cazuelas con ácido sulfúrico. Este podrá ser un medio de apagar la cal, sin que cueste trabajo, ni dinero y que produzca utilidad, no siendo este método tan espuesto ni costoso como el que propone *Don Benito Bails* en la 2.ª advertencia de su Arquitecrura hidráulica impresa en 1790.

154 El procedimiento por el ácido sulfúrico no debe ser costoso entre nosotros, por la abundancia de azufre que poséemos, y por no perderse casi nada. Ademas, en la mayor parte de las operaciones de las Artes, no se necesita el ácido sulfúrico, sinó muy debilitado; este en su mayor condensacion, que es la que espresa el grado 66 del areómetro, puede absorver en 15 ó 20 dias, mayormente si se agita, otra tanta cantidad de agua robada á la atmósfera ó á las paredes del edificio que se quiere secar. El mismo ácido despues que ha servido para este efecto, puede emplearse en las operaciones correspondientes de las Artes; y si se quiere que vuelva á servir para desecar los edificios, no hay mas que hervirlo en vasijas de vidrio hasta que se levanten vapores blancos, en cuyo caso se aparta del fuego.

155 En las operaciones de las Artes, en que se trata de enjugar las telas, ó secar algunas materias, se puede usar de la cal con muchas ventajas, y ya hemos espresado (§ 525 L. 5) un importante uso en la cria de los gusanos de seda. Se pone en pedazos de un tamaño regular hacia las ventanas ó puertas de los aposentos; para que, al entrar el aire en las piezas, pasando por la cal, deje en ella su humedad, entre seco, y se apodere de la humedad de la ropa ó telas que se tratan de secar.

156 Los Profesores de la Ciencia de curar pueden sacar un partido muy ventajoso de este principio, para evitar la demasiada humedad en las habitaciones de los enfermos, sin mas que tener ó cal viva, ó ácido sulfúrico: y cuando necesiten aumentar la humedad convenientemente, no hay mas que poner barreños de agua, y soplar con un fuelle para que se acelere la evaporacion. De manera, que en virtud de esta doctrina, dichos Profesores podrán tener á sus enfermos en una atmósfera tan cargada de humedad como sea necesario para aliviar sus dolencias.

CAPÍTULO VI.

Modo de robar terrenos al mar, y disponerlos para el cultivo; instrumento adecuado para extraer el agua de dichos terrenos, y que vaya á parar al mar, ó vice-versa; procedimientos que deberán emplearse para desaguar los pantanos y lagunas; y modo con que se efectúan los riegos en Lorca, cuya situacion geográfica se puede considerar como el punto medio entre nuestras provincias meridionales en que se halla establecido el regadio.

157 En el capítulo 4.º del L. 6.º hemos indicado los medios de que se valen en Holanda para robar terrenos al Océano y ponerlos en cultivo; y que los aparatos, de que hacen uso, son los *polders ó puldres*, de que nos hemos ocupado en dicho capítulo. Tambien hemos indicado que en Fuenterrabía han conseguido el mismo objeto aunque en pequeño, por un procedimiento sumamente sencillo, que se reduce á formar una simple pared con céspedes, que transportan de otros parages; y me quedé agradablemente sorprendido al ver el aspecto de las tierras que hoy se hallan labrantías entre Irun y dicha ciudad, que forman lo que allí llaman *juncales*, porque ántes estaban cubiertas de juncos, y ahora son acaso las tierras mas fértiles de aquellos contornos, no habiendo mas diferencia respecto de los terrenos desaguados en Holanda, que la de haberse hecho en pequeño en Fuenterrabía y sumamente en grande en Holanda. Y como en España hay muchas localidades, en que se podrían robar al mar grandísimas cantidades de terreno, como son las que se conocen con el nombre de *marismas* en el reino de Sevilla á las

orillas del Guadalquivir, y en todos los parajes donde entra algun brazo de mar en tierra, como sucede en la ria de Castropol y Rivadéo, en la de Pasages &c., me parece oportuno insertar aquí un procedimiento mas sencillo, y ménos costoso aun que el de los *polders ó puldres*, y que se puede aplicar en todas partes sin otros conocimientos que los mas sencillos de albañilería.

158 Supongamos por ejemplo que *ABCDE* (fig. 122 lám. 11) represente un espacio bañado por el mar, que tratamos de poner en cultivo. Se hace una simple cortadura en la parte mas estrecha, como en *AE*, por cualquiera de los precedimientos esplicados en el libro cuarto, ó simplemente con tierra y céspedes formados con plantas acuáticas de las inmediaciones; pues en los parages en que se verifica esto, no suelen tener ya demasiado impulso las olas del mar. Hecha la cortadura *AE*, quedará regularmente lleno de agua todo el espacio *ABCDE*; y vamos á manifestar, el modo de desaguarlo por un procedimiento mas sencillo y económico todavía que el de los *polders*, y que está reducido á lo siguiente. En la baja maréa, el agua del mar se halla ménos alta que la que está dentro del depósito *ABCDE*; y si pusiésemos un *sifon* cuyo brazo corto estuviese dentro del depósito, y el mas largo en el lado que deja desocupado el agua del mar en la baja maréa, saldría el agua del depósito, y al cabo de cierto tiempo quedaría totalmente seco el espacio *ABCDE*. Seco este espacio, quedaría toda su superficie demasiado cargada de sal marina; y para ponerla en estado de cultivo, bastará dirigir allí aguas dulces, ya de lluvia natural, ó bien de otros manantiales ó arroyos si los hubiese por aquellas cercanías; estas aguas dulces disolverán las sales, y por medio del sifon saldrán fuera; con lo cual al cabo de cierto tiempo, quedarán los terrenos en disposicion de poderse cultivar con ventajas. Pero, como siempre deberán recelarse algunas filtraciones, se harán zanjas en diversas direcciones como indica dicha figura; la tierra que se saque de ellas se echará sobre el suelo mismo, lo cual hará que este se eleve mas; y haciendo que dichas zanjas vayan á terminar hacia donde está el brazo corto del sifon, este arrojará el agua fuera, durante la baja maréa: y por muchas filtraciones que se quieran suponer, siempre podrémos conseguir que, por medio del sifon, se saque toda el agua que se juzgue necesaria, quedando dentro únicamente la que pueda convenir para que el terreno conserve la humedad que se quiera, por el regadío que hemos llamado (119) de *filtracion y evaporacion* en el cultivo que se trate de establecer.

159 Hecha una cortadura en un terreno de esta forma, si disponemos el sifon en direccion inversa, esto es, que el brazo corto se halle por el paraje del mar, y suponemos que el agua cubra su extremo en la alta

maréa, por el brazo largo que se halle en el fondo del terreno, saldrá el agua del mar, y podrá servir, ya sola, ya mezclada con agua potable, para regar algunas plantas á que convenga; y este procedimiento podrá tambien servir para formar la sal, segun hemos indicado (§ 66 L. 6).

Como hemos espuesto la doctrina del sifon (§ 235 Mec. Práct. y § 540 Mec.), solo tenemos que manifestar aquí el modo de disponerlo en grande para los usos indicados ó para cualquiera otro. Supongamos con este objeto, que sea *F* el perfil de la cortadura (fig. 123 lám. 9); no hay mas que poner dos tubos, ya de metal, ya de madera, ya formados como las cañerías ordinarias, de modo que se reunan bajo un ángulo mas ó ménos obtuso segun la situacion del terreno. Se adaptarán al brazo mas elevado y próximo al vértice del ángulo, dos tubos adicionales cilíndricos, cada uno con su llave; en el mas próximo al vértice se colocará una cubeta ó especie de embudo para introducir agua en el sifon cuando sea necesario, á esta cubeta puede adaptarse una campana de vidrio y un flotador, que indiquen el momento en que ha de volver á principiar la operacion. Hecho esto, tápense por un instante ambos estremos del sifon; ábranse ambas llaves y échese agua de la cubeta en el sifon, hasta que se haya elevado en la misma cubeta. Durante esta operacion, el aire del interior se escapará por la llavecilla próxima al embudo; y cuando el agua llene todo el sifon, se cierran las dos llaves, y se destapa primero la del estremo que está dentro del agua, y despues la del otro: con lo que saldrá el agua por el brazo largo.

160 Todos los medios que hemos dado á conocer en el Lib. 6.º para elevar el agua, son aplicables al desagüe de los pantanos y lagunas; por tanto no había realmente necesidad de tratar esta materia con especialidad. Sin embargo, teníamos reunido bajo un punto de vista, lo relativo á manifestar las causas naturales que pueden dar orígen á los pantanos y lagunas, y los principales modos de remediar los inconvenientes que originan; pero como lo mas esencial sobre este punto, se halla en el parage citado (§ 35 Lib. 7), para evitar repeticiones, omitirémos lo que allí se inserta, y únicamente harémos algunas indicaciones sobre el modo de dirigir estos trabajos para disminuir el riesgo de que enfermen los operarios, y son las siguientes: 1.ª principiar las obras en la buena estacion, y terminarlas ántes de las lluvias de otoño; 2.ª variar el trabajo de los obreros, de modo que el que haya estado empleado uno ó dos dias en abrir fosos ó regueras en el cieno, se ocupe al dia siguiente en el trasporte de las tierras, en los plantíos ó demas trabajos; 3.ª que en los grandes calores se procure que los operarios sostengan y reparen sus fuerzas con un poco de aguardiente; y 4.ª el no

permitir nunca que los trabajadores coman, se tiendan ni descansen, y mucho ménos que duerman, en las tierras nuevamente removidas.

161 Al tratar de la distribucion de las aguas (§ 286 Lib. 3), hemos dicho que no poníamos ejemplos prácticos, porque "como las circunstancias locales varían tanto, podría suceder, que el ejemplo que resolviésemos, no ocurriese del mismo modo en la práctica"; y tengo la mayor satisfaccion en que se me haya proporcionado un medio adecuado para dar un ejemplo práctico de lo que se verifica en uno de los parages de España donde se hace mas uso del riego, y con mayores ventajas; y que, ocupando una situacion geográfica media respecto de todas las provincias meridionales de España, donde se halla establecido el regadío, las circunstancias que convengan á tal parage, se acercarán mas á las de las otras. Y como tenemos consignada repetidas veces nuestra opinion acerca de que, en los asuntos que se refieren á la práctica, se debe poner tanta mas confianza, cuanta mayor esperiencia tengan las personas que suministren los datos, me veo precisado á indicar aquí las circunstancias que concurren para que yo pueda satisfacer ahora mis deséos de presentar ejemplos prácticos aplicables inmediatamente á nuestro territorio.

162 Con este objeto, debo indicar, que cuando yo estudiaba Matemáticas en la Real Academia de San Fernando, tuve por condiscípulo á *Don José Muso y Valiente*, que hoy es propietario en Lorca. Nuestro Catedrático *Don Antonio Varas y Portilla*, de quien tantas veces he hablado y con tan justo motivo en todas mis obras, para escitar el adelantamiento de sus discípulos, encargaba que cada uno formase una disertacion al fin del curso, haciéndosela leer públicamente, y que dos de sus condiscípulos le arguyesen é hiciesen sus reflexiones, así como tambien los mismos Profesores; con lo cual se conseguían las ventajas de que profundizasen mas algun punto determinado de dichas Ciencias; que se acostumbrasen á poner sus idéas por escrito; y que adquiriesen facilidad en producirse á presencia de un numeroso y lucido concurso, pues se permitía la entrada á toda persona decente. El mencionado *Don José Muso y Valiente*, disertó sobre la *Hidrodinámica*; y el haber elegido para materia de su disertacion este punto, entre el vasto campo que presentan las Matemáticas, prueba que le tenia una particular inclinacion. Despues, el haber casi presenciado la ruina del pantano de Lorca; el haber palpado los tremendos estragos que causó la inundacion, y el haberle tocado muy de cerca, pues se le destruyeron muchas posesiones, ha hecho que siempre haya estado pensando en asuntos de esta naturaleza; y esto habrá dado márgen á que varias personas y Autoridades le hayan preguntado y pedido informes

sobre esta materia; habiéndose visto precisado á formar varios escritos relativos á la misma.

163 Despues de mi llegada á Madrid, consultó mi opinion acerca del modo de completar la instruccion, que da por sí mismo á sus hijos; manifestándome por incidencia sus deséos de que yo complétase mis obras; y habiéndole manifestado que mi ocupacion entónces era el llevar á cabo la presente, como este asunto era por el que mas ansiaba tan apreciable sugeto, me contestó aprobando mucho el pensamiento, indicándome varios puntos que yo no debía dejar de tratar, y decidiéndome los escritos que él había formado. Con este motivo, le manifesté la razon ya indicada, por la cual ya no me atrevia yo á ocuparme en asuntos relativos á la práctica, sin poseer los competentes conocimientos locales; pero que si me remitía sus escritos, podría suceder que yo encontrase en ellos los datos necesarios á la deduccion de consecuencias generales; y por la confianza con que nos tratamos, le añadí sería mas conducente me remitiese un extracto de ellos, ó lo que era mejor, que formase uno nuevo incluyendo cuantas noticias locales y observaciones prácticas juzgase conducentes, y que yo lo insertaría en mi obra y quedaría completa en esta parte. En prueba de su deséo de promover el bien, eligió cabal, oportuna y diestramente lo mas conducente al objeto; pero me añadió que desearía no sonase su nombre. A tal insinuacion, debida á su modestia, le contesté que le daba las mas espresivas gracias por su oferta; que la apreciaba y aceptaba, y que de ella resultarían ventajas de consideracion. Pero, que estas se disminuirían mucho, si nó me permitía espresar su nombre; usé de las razones ya espuestas (§ 56 Lib. 1), y le hice ver que en materias de práctica, es necesario haber practicado ó visto practicar; y que si, lo que yo iba á decir sobre tal punto, lo pusiese como mio, por exacto y verídico que se quisiese suponer, quedaba siempre la incertidumbre de que, como yo jamas había estado en aquel pais, era de recelar que hubiese tomado una noticia equivocada; con cuyas razones pude lograr accediese á mis reiteradas instancias, y que me permitiese decir á quien se debía este trabajo; y á pesar de haber tenido grandes y peligrosas enfermedades en su familia, y sufrido por último el dolor de perder á su madre, digna de aprecio por su virtud, y tierna amante y tiernamente amada de sus hijos, me ha remitido el escrito mencionado, que dice así:

"*De los riegos de Lorca.*=A Don José Mariano Vallejo.

164 »Mi querido amigo y condiscípulo: al fin vencidas muchas dificultades, puedo tomar la pluma para satisfacer los deséos de V. Persuadido de la utilidad del agua para abonar los terrenos y aumentar

las cosechas, opina V. preciosamente que en lugar de esponer doctrinas generales, conviene mas hablar del uso que para la Agricultura se hace de ella en este pais, donde en verdad se ha sacado de la misma mucho partido. Deséa por tanto que le de noticia del modo como se aprovecha en las tierras, haciéndole la esplicacion necesaria para formar idéa de las operaciones que con ella se ejecutan: materia por cierto para un escrito voluminoso, que confieso no soy capaz de desempeñar completamente. Haré, sin embargo, lo que esté á mis alcances, y V. suplirá lo mucho que falte.

165 »Como por una parte estrecha el tiempo, y por otra lo estorban las ocupaciones y aun disgustos que me rodéan, no puedo detenerme á pensar el método mas oportuno para coordinar los puntos que debo comprender en estas apuntaciones. Demas de eso, el mejor en esta ocasion, es el que mas se acomode al plan que V. se haya propuesto en su obra; y por lo mismo seguiré el que se sirve designarme en su *sinopsis*, dividiendo esta esposicion en seis secciones. En la 1.ª trataré de las definiciones de algunos términos pertenecientes á los riegos de esta huerta y campo, y hablaré de los *tarquines*, considerándolos como medio para dar á la tierra la fecundidad que le falte, principalmente en los terrenos que por abundancia de sales, se hayan esterilizado, sin dejar de apuntar algun otro que se haya ideado para el mismo fin. En la 2.ª trataré de los riegos y de sus ventajas, y espondré sucintamente las disposiciones tomadas en diversos tiempos para aumentar los de este campo. En la 3.ª tocaré algunas particularidades de los Reales pantanos construidos para el fin que acabo de indicar. En la 4.ª compararé los tarquines con los abonos vegetales y animales; y de aquí pasaré á la cuestion de la utilidad ó perjuicios de los pantanos, manifestando cuando, segun mi opinion, serán útiles, y cuando perjudiciales; y si es posible hacerlos, de modo que eviten los daños que pueden acarrear. En la 5.ª haré mencion de las *iluminaciones de aguas*, y de los riegos de las haciendas particulares, por medio de fuentecillas perennes y de pozos, y pasaré en seguida á describir como se distribuyen las aguas de este rio para el riego que se hace con ellas. Y en la 6.ª especificaré cómo se ejecutan las divisiones de las mismas, que deben preceder al acto de regar, finalizando con la indicacion de los datos que deben tenerse presentes, para que la division se haga con exactitud.

SECCION PRIMERA.

Difiniciones de algunos términos pertenecientes á los riegos de la huerta de Lorca y su campo; é indicaciones acerca de los tarquines y otros medios que se han ideado para desensalobrar las tierras.

166 »*Regar* es conducir el agua por alguna parte á un terreno para

su beneficio. *Regadío* es el terreno que se puede regar; y *Riego* el acto de regar, y el beneficio que se da á la tierra regándola. *Regante* el Labrador que riega la tierra que cultiva. *Regador* el mozo ó jornalero asalariado para ejecutar las operaciones conducentes al riego de un bancal.

167 »*Salobral*, en el sentido de sustantivo masculino, ó *tierra salobreña*, es el terreno que tiene sales, y si estas abundan de modo que le esterilizan, se llama *saladar*. *Salobre*, en el sentido de sustantivo masculino, se llama en general cualquiera sal en cuanto esteriliza los terrenos; y cuando estos se cargan de ellas, se dice que *se ensalobran*. *Desensalobrar* es reducir á cultivo los salobrales, quitándoles los principios salinos.

168 »*Crecida* es el aumento de agua que toma el rio en las avenidas; *Tarquin* el légamo que llevan consigo estas; *Rambla* la quebrada de los montes por donde corren; y *Ramblizo* la rambla pequeña. *Entarquinar* es abonar las tierras con tarquines.

169 »*Sangrador* ó *sangradera* es la abertura que se hace para dar salida á las aguas detenidas. Cuando se hace para tomar parte de las de alguna corriente y llevarlas por otro lugar, se llama *toma*, y *caz* el canal construido junto á un rio para su conduccion. *Azud* la presa que se hace en los rios para sacar el agua por las acequias.

170 »*Enrunarse* (ó azolvarse) es cegarse un estanque, acequia &c. con el cieno, arena y piedras de las avenidas; y *desenrunarle*, limpiarle de cuanto le había enrunado.

171 »*Boquera* es la abertura que se hace en un cauce natural ó artificial para introducir las aguas turbias en las tierras.

172 »*Bancal* es una porcion de tierra de corta estension destinada al cultivo. *Era*, una parte del bancal dispuesta por lo comun en figura rectangular ó romboidal. *Caballon* el lomo de la tierra mas ó ménos elevado que divide unos de otros los bancales y las eras. *Atochada* el muro mas ó ménos alto, mas ó ménos ancho, pero con declivio á una y otra parte, hecho de capas ó tongadas de tierra y atocha ó esparto alternativamente, bien apisonadas despues para darle mayor firmeza, el cual sirve para contener y dirigir las aguas á algun parage. *Atochar*, en el sentido de verbo activo, es hacer las atochadas convenientes para que se distribuyan las aguas por un terreno del modo mas á propósito.

173 »*Trailla* es el instrumento con que se iguala el terreno, pasando la tierra del parage mas alto al mas bajo con el fin de que participe mejor del beneficio del riego; y *traillar* igualar el terreno con la trailla.

174 »*Heredamiento* es una de las partes principales en que se divide esta huerta. *Alporchon*, la dotacion de agua de un heredamiento; y en este sentido se dice: El *alporchon* de Tercia, el de Albacete &c. De

aquí pasó á significar tambien el acto en que se venden diariamente á pública subasta, y se distribuyen las aguas para el riego; y en este sentido se dice: Reglamento para el *alporchon.* Hoy han valido mucho las aguas en el *alporchon* &c. Algunos pretenden que la palabra *alporchon* designa únicamente el edificio donde se venden las aguas; pero el uso real y efectivo de esta palabra es el de espresar el acto de la subasta. El edificio se llama vulgarmente *alporchon*, porque en él se verifica este acto.

175 »*Caja* del rio es el álveo ó madre del mismo. *Cajero* la caja de un canal ó acequia que se forma en la parte de arriba, y tambien abajo en las márgenes del desaguador principal junto á la presa.

176 »*Brazales* son las acequias principales en que se divide el rio para los riegos; *quijero* el lado en declivio del mismo ó de una acequia. *Cabeza*, la parte por donde entra el agua en ellos; y *cola*, aquella por donde desaguan. Tambien se llama *cola* la primera cantidad de agua que entra en un cauce, y si este fuere estrecho se llama *punta. Escurridor* es la acequia ó brazal á donde van á parar las aguas, que introducidas en la tierra para el riego, sobran despues de haber absorvido esta, y las plantas que cria la porcion necesaria. *Regadera*, *reguera*, ó *reguero* es la canal ó acequia de poca anchura, que se abre en la tierra con el fin de conducir el agua inmediatamente á los bancales. *Regueron*, acequia madre ó principal.

177 »*Tajamar* es la obra de cantería, que se construye en la corriente de las aguas en forma angular para dividirlas y repartirlas proporcionalmente. El sitio donde se halla un tajamar se llama *partidor*; y tiene tambien este nombre el instrumento con que se hace la division y reparticion. *Tablacho* es la puerta para detener el agua é impedir que vaya por un brazal, acequia, &c. Diferénciase de la compuerta en que se abre y cierra levantándole de arriba abajo, y la otra lo hace girando sobre un quicio ó eje. *Padrones*, las tablillas que, calándose ó alzándose, sirven para graduar la cantidad de agua que debe ir por un brazal. *Telar*, un armazon de dos maderos colocados horizontalmente, sujetos por los estremos, y puestos uno al lado de otro sin mas distancia que la necesaria para que entre ambos puedan correr los padrones.

178 »*Hila* es una de las partes menores en que se divide el rio. En rigor, segun la primitiva disposicion de Don Alonso el Sabio, la *Hila* debía tener un palmo de ancho sobre medio de fondo, ó $40\frac{1}{2}$ pulgadas esp. superficiales; y la *hila real* de Castilla, segun la define la Academia, debe tener dos palmos de ancho sobre uno de fondo, dando en uno y otro caso al terreno cierto declivio; pero en el rio de Lorca no tienen dimensiones fijas; porque siempre consta de un mismo núme-

ro de hilas, ora venga aumentado por las lluvias, ora disminuido por la sequedad. La *hila*, miéntras riega de dia, ó desde que sale el sol hasta que se pone, se llama *dia*; y *noche*, cuando lo hace desde que se pone el sol hasta que sale. *Casa*, la hila durante las 24 horas, ó un dia y una noche juntos. *Cuarto*, durante 5 cuartos de hora. *Tanda*, el turno que guardan los interesados para disfrutar del agua ó regando con ella, ó arrendándola para que otro riegue. *Estandar* el agua es poner ó establecer un turno entre varios interesados. *Fiel de tandas* es la persona encargada de apuntar los valores de las hilas ó cuartos para dar despues á los interesados testimonios de ellos. *Libros de saque* son los de turnos ó tandas donde los fieles hacen sus apuntaciones. *Fiel partidor* el encargado de dividir las aguas en las cabezas de los partidores.

179 »*Jarique* es la division y arreglo de aguas de un brazal entre los regantes. *Parada*, la presa que provisionalmente se hace con tierra para detener el agua en una acequia é introducirla en los bancales. *Regolfo*, la vuelta del agua contra la corriente. *Brenca*, la obra de mampostería que sujeta los tablachos en las heredades. *Aguaducho*, el aumento de agua en el rio por las crecidas, que llena los brazales, y por lo mismo no puede sujetarse á medida.

180 »Entendido esto, pasemos á hablar en particular de los *tarquines*. Hemos dicho que son el légamo que arrastran consigo las avenidas. Examinados los de las corrientes, que se derraman por estos campos, aunque no siempre ofrecen unos mismos resultados; podemos decir que en general se observa en ellos una porcion de *humus* ó tierra vegetal, arena cuarzosa ó silícea, y principalmente una *marga*, que llamarémos *ya arcillosa*, *ya caliza*, segun predomine la arcilla ó el carbonato de cal. Penden en suma las sustancias, que constituyen los tarquines, de la calidad del terreno por donde pasan las aguas. Porque si cae entre montes una lluvia abundante, dándole paso las quebradas de las cuestas, bajarán por ellas arroyos, y juntos despues varios de estos, compondrán las avenidas, que á manera de torrentes impetuosos arrebatarán cuanto encuentren al paso. Y no solo llevarán entónces multitud de piedras en cantos rodados y guijo, sinó que al pasar por donde el suelo tenga entre sí poca cohesion, sin dificultad desprenderán de él las primeras capas en estado pulverulento. Las plantas, que se crian en estos montes, aumentan de continuo la costra vegetal con sus despojos; y de ahí proviene la parte que podemos llamar sustanciosa de los tarquines. Las principales ramblas, que los arrastran, son cinco, á saber: el mismo rio cuando por las crecidas sale de madre, la rambla de Bejar, la de la Torrecilla, la alta, y la de Nogalte. Y es tan grande la cantidad que contienen, que en un volúmen dado ex-

cede de la tercera parte y á veces de la mitad. Así, no es estraño que cuando las crecidas inundan los terrenos bajos, depositen en ellos una capa de mas de 4 dedos, y algunas veces de un palmo de grueso.

181 »No van los tarquines disueltos en el agua: porque en cuanto á la sílice, ó no se disuelve, ó lo hace solo alguna cortísima cantidad; en cuanto á la cal pura, absorve el agua, y reducida á polvo solo se disuelve en 400 ó 450 partes de agua á 10°; y en cuanto á la alúmina, forma pasta con este líquido, pasando al estado de hidrato; mas ni el carbonato de cal es soluble en él, ni con él se amasan las margas, sin embargo de que solo son mezclas físicas ó mecánicas del mismo carbonato con la sílice y la arcilla, ó digamos segun algunos, con el silicato aluminoso. Así que, no la afinidad con el agua, sinó la tenuidad de los corpúsculos, que forman aquel polvo ó arena fina, es la causa de que cedan al ímpetu de los arroyos y torrentes, y caminen con ellos siguiendo el impulso que se les comunicó. Por este motivo, siendo su peso específico mayor que el del líquido donde nadan (pues el del agua del rio es al de la tierra bien entarquinada : : 1 : 1,048, el agua de lluvia es mas ligera que aquella, y el tarquin puro mas pesado que la tierra labrada y desmenuzada), van sin cesar precipitándose al fondo, y quedando en el suelo, que cubren, en forma de sedimento.

182 »Si entónces hubiere en el álveo de una avenida un dique construido para detenerla en aquel parage, el tarquin reprimido en su movimiento no tardará en bajar á lo profundo y aumentar la altura del suelo, creciendo en gran cantidad hácia la misma presa, porque hácia ella dirige su curso. Y si en la parte inferior de esta hubiere una ó mas compuertas, que se calen y se alcen segun convenga, contra las mismas irá á parar el tarquin. Si á una avenida suceden otras, la costra de la superficie crecerá en breve no poco; y llenando los huecos de la obra, vendrá á cegar las compuertas, dificultando al principio, imposibilitando al fin el uso de ellas. Sabido es que la cal y la arena, juntas con el agua, producen un mortero ó argamasa que se adhiere estraordinariamente á las piedras; y esto en parte debe suceder con los tarquines acumulados junto á una obra. Y mas adelante, cubiertos los primeros por otros nuevos, y privados así del contacto del agua, se secan y se endurecen prontamente. Mas ¿para qué nos cansamos? La marga, que tanto abunda en los terrenos terciarios, el carbonato de cal que compone montañas enteras aun en los primitivos, aparecen frecuentísimamente como verdaderas rocas, de dureza considerable, sin que en muchos lugares quede la menor duda de haberse debido su formacion á la accion del agua. La esperiencia acredita que el endurecimiento de

tales sustancias se verifica ántes de mucho; y así, cuando se trata de limpiar los depósitos de aguas turbias, si no se hace á poco de sobrevenir las riadas, es menester ejecutarlo quebrantando el suelo con barrenas ó taladros para deshacerle y ponerle en disposicion de que le saquen fuera las mismas aguas.

183 Estos tarquines ó limos, en la manera que se hallan cuando los arrastran las crecidas, que siguen inmediatamente á las grandes lluvias, son abono utilísimo en la agricultura, especialmente para los salobrales. Mas, antes de tocar este punto, harémos algunas observaciones sobre las tierras ensalobradas.

184 Habiéndose cavado en algunos parages del Saladar, se ha encontrado á poca profundidad agua salada: y esto solo ha bastado para que algunos hayan dicho que el mar cuando cubrió aquel terreno, dejó allí depósitos ó manantiales de agua, y que de ella se ha contagiado la tierra cercana. Apoya tal opinion la cantidad de sal comun que se encuentra en la superficie, y aun la multitud de salicores de varias especies, que espontáneamente se crían: porque, como todo el mundo sabe, están bastante cargados de sosa. Pero es mas fácil suponer una causa, que atinar con ella, para dar la verdadera teoría del modo como se ha formado un terreno, ó explicar con acierto por qué se encuentran en él unas ú otras sustancias. Ciertamente, aunque podemos atribuir la sal comun á la accion del mar, ¿á quien atribuirémos el hidroclorato de cal, que es allí la mas abundante? Dirémos acaso que si la roca es caliza, debiéndose hacer frecuentes descomposiciones del agua y de la sal, ya por la vegetacion de las plantas, ya por causa de la atmósfera y de los meteoros, ya por otros agentes químicos, es fácil discurir qué parte del hidrógeno del agua se combinará con el cloro de la sal para formar *ácido hidro-clórico*: y descomponiéndose tambien por su lado el carbonato de cal, nueva combinacion de este álcali con el ácido producirá la *muriacina* ó sea el *hidro-clorato de cal*. Que la atmósfera influya en la formacion de ciertas sales es innegable. Cada dia vemos que no bien aparece en un sitio alguna molécula, alguna florescencia nitrosa, acuden de aquel inmenso reservatorio rios de los principios que constituyen el ácido nítrico; y unidos á los que ya se notaban, en poquísimo tiempo cunde rapidísimamente el salitre.. Por este motivo, los que se empléan en su elaboracion, luego que por legias sucesivas han depurado de él la tierra, la esparcen al aire para que vuelva á cargarse de salitre: lo que realmente sucede sin intervencion de otro agente. Ni ménos puede negarse que la atmósfera obra de continuo sobre la superficie de la tierra, ya robándole sustancias, ya suministrando oxígeno, azóe y aun ácido carbónico, con lo que altera las

que deja, ya por medio del calórico facilitando la descomposicion de los cuerpos y nuevas combinaciones químicas, ya en fin por medio del vapor concurriendo entónces su accion con la de las aguas que la bañan. Todas estas explicaciones tienen á la verdad cierto brillo, y deben dejar satisfechos á los que no intenten ni profundizar la cuestion, ni reunir todos los datos que deben tomarse en cuenta para resolver el problema. ¿Qué dirémos pues aquí? Que todo pende sin duda de la naturaleza del terreno: y que probablemente de tales investigaciones sacarémos el mismo fruto que si nos empeñásemos en averiguar de donde proviene en los terrenos primitivos el granito y la pizarra. Por todo lo cual, dejando á persona mas hábil ó mas desocupada el cuidado de inquirir las causas que han dado orígen al salobre de nuestros campos, contentémonos con examinarlos, y proporcionar á tan grave mal el conveniente remedio.

185 Insinué arriba que la mayor cantidad de sal, que infesta nuestros campos, es *hidro-clorato calizo*, y que tambien abunda la sal comun. Hállanse igualmente cortas cantidades de *hidro-clorato de magnesia*, y de *nitratos* de lo mismo y de *cal*; y en menor porcion aun de *potasa*. La tierra que contiene estas sales, de suyo insoluble, es de naturaleza gredosa, y está bastante cargada de alúmina. Referí asímismo, que habiéndose cavado en algunos sitios, á poca distancia se ha encontrado agua. Las únicas plantas, que allí se dan, son albardines y varias especies de salicores. He aquí lo que suministra el exámen atento de aquel terreno: y esto conviene con lo que la esperiencia ha demostrado en otros; pues sabemos que el hidro-clorato de cal se suele hallar en terrenos salitrosos, y todavía es mas frecuente encontrarle disuelto en agua con la sal comun ó cloruro de sodio, y aun con las demas que hemos nombrado.

186 Lo dicho basta sin embargo para que no nos equivoquémos mucho en la aplicacion del remedio que buscamos, con el fin de quitar á la tierra la perniciosa calidad que adquiere con el salobre. Para ello, sentarémos desde luego que la tierra, cuando se carga de sales, pierde su fecundidad; que las sales, de que hemos hablado, son solubles en el agua; y que influye la atmósfera á lo ménos en la produccion de algunas. El primer principio no ha menester demostracion, pues consta por la esperiencia, y es tan sabido, que ya en tiempos remotos era costumbre sembrar de sal los campos para esterilizarlos. Pero de él se infiere la necesidad de privar al terreno de las sustancias salinas, ó á lo ménos la de suministrarle tales abonos, que sea capaz de reducirse á cultivo. Y el segundo y tercero nos indican los medios de que podemos valernos para conseguirlo.

187 Ora las aguas contagien la tierra, ora sean por ella contagiadas, darles salida, para que las conduzcan fuera, es el primer pensamiento que ha debido ocurrir. A esto se reducen las sangraderas, quiero decir, á un canal que atraviese el terreno ensalobrado con ramales á una y otra parte, abierto hasta mayor profundidad que la de las aguas saladas. Entónces estas se derramarán en él; y sea su orígen el que quiera, cada vez irán disolviendo mas y mas cantidad de sales, y mejorando de esta manera los campos. La posibilidad de ejecutarlo se conoce á primera vista; y la utilidad la persuade la razon, y la confirma la experiencia. Por este medio se han beneficiado no pocas tierras en el término de Murcia; y aun aquí lo tengo yo mismo experimentado en unas suertes mias contiguas á la rambla de Viznaga, que puede mirarse como un gran sangrador abierto por la naturaleza, donde se dan muy buenos trigos, sin embargo de estar ambas orillas de la rambla escupiendo salobre. Mas hay tambien algunas tierras que no le pierden aunque estén contiguas á sangraderas ó á cauces harto profundos: y esto contradice á un tiempo la opinion de los que juzgan ser el agua subterránea la que produce todas las sales de la superficie; y muestra la precision de no usar exclusivamente de este arbitrio.

188 El segundo, que se ofrece á la mente, es el de proporcionar riegos á los salobrales: porque bañando la superficie con nueva agua, crece al mismo compas la disolucion de las sales: cosa que forzosamente ha de suceder siempre que se pongan en contacto con la misma. Entónces, el agua, al salir, lleva consigo cuanto disuelve, y minora el daño de la tierra. En heredades pequeñas es fácil á uno ó mas particulares ejecutarlo; pero cuando se trata de grande estension de terreno, es necesario ó que el Gobierno lo haga, ó que se confie la ejecucion á una empresa ó compañía de accionistas. Esto acontece en Lorca, donde el saladar comprende todavía mas de 3[illegible]800 fanegas de tierra de á 4[illegible] varas cuadradas. Me consta que el actual Director facultativo de la Real Empresa de pantanos *Don Eugenio de Fourdinier*, que ha meditado mucho sobre este punto, va á dirigir al Gobierno un proyecto sobre el particular. Su Autor opina que trabajando, conforme á lo que proponga, con economía y celeridad, se lograrán pronto las ventajas que promete el aumento de tanto número de fanegas, ahora inútiles, transformadas en fértiles campiñas.

189 Pero de todas maneras, el medio principal y mas eficaz, diré mas bien, el necesario para que sin género de duda queden beneficiados los salobrales, es el de procurar que se derramen en ellos las aguas turbias de las avenidas. El agua entónces hace lo que por medio de las sangraderas y en los simples riegos; y los tarquines que van en la mis-

ma sumergidos, depositándose en el suelo, cortan la comunicacion de él con la atmósfera, y le cubren con una capa, que encierra todos los principios necesarios pata criar las plantas útiles al hombre. De esto hablarémos en otra ocasion; mas por ahora me ceñiré á decir que el suelo no puede comunicar sus sales á los tarquines: porque para hacerlo con la cal sería preciso hubiese exceso de ácido; y en cuanto á la sílice y la alúmina, es bien sabido que no tienen con ellos tanta afinidad como los álcalis. Y como estos elementos de la marga son tambien los principales del tarquin; impedida ya la propagacion del salobre, y destruido, ó á lo ménos sujeto y enterrado el que infestaba el campo, la nueva costra ó lecho que recibe, le dispone á responder con sazonados frutos á la solicitud del diligente Cultivador. Continuamente vemos esta especie de prodigio entre nosotros: cada dia restituyen los tarquines al cultivo algunas hazas y heredades: con frecuencia el que puede traerlos á su hacienda vé en la cosecha siguiente remunerado su trabajo. Guiados por la luz natural, ó por mejor decir, por lo que veían nuestros mayores, en 1690 con el fin de que todo el saladar adquiriese la fecundidad de que carecía, mudaron el curso del rio levantando un azud que dirigiese sus aguas hacia aquel punto; y abriendo los brazales y acequias necesarias, introdujeron en él los tarquines. El efecto superó á las esperanzas que se habían concebido; pues en aquel suelo de maldicion se llegaron á recoger tan abundantes cosechas, que vulgarmente se llamaba el *Pósito de Lorca*. Arruinado en 1802 por la inundacion del pantano, se hizo de nuevo por una júnta establecida entónces, y vuelto á destruir por otra inundacion en 18 de octubre de 1831, el actual Superintendente de la Empresa *Don Manuel Stárico*, no obstante la penuria de fondos, ha comenzado las funciones de su empléo reparándole con actividad, y mejorando su construccion por los planes de *Fourdinier*. En él se ha empezado á edificar una casa de compuertas, que deje pasar los aluviones extraordinarios y prevenga así nueva ruina por las causas anteriores; y se está haciendo con tal solidez, que no acabada aun del todo, ha resistido á la fuerza de las primeras crecidas, en verdad bien abundantes. Mas en terreno tan espacioso como el de este valle, es claro que ademas de un azud en el rio son necesarias asímismo atochadas en los parages convenientes, para que todo él participe del beneficio. Contrayéndome, pues, al lugar en que escribo, diré que sería oportuno prolongar la atochada de la Torre del Pozo hasta la casa del Santo, hacer otra en la canal del Anear, otra en la del Tormo. &c.; obras fáciles, sencillas, de poco coste, y de grandes ventajas. Las aguas, pues, en vez de caminar perdidas á la rambla de Viznaga, contenidas por las atochadas, se encaminarían segun

la línea de estas, se derramarían en el saladar, y de allí por escurridores á propósito tendrían salida ó para el mar ó para otra parte. De estas obras la que mas llama la atencion es la que se ha propuesto ya al Gobierno, relativa al canal de Bugercal, uno de los del riego de estos campos. Tiene de largo 5 leguas de á 200 pies, y otros 879 pies mas: pero ha mas de seis años que se ha inutilizado por haber abierto en él cinco portillos otros tantos torrentes que en tiempo lluvioso bajan de la Sierra del Caño ó Peña Rubia; y por esta causa, aunque se reparase, no tardaría en enrunarse, como muchas veces ha sucedido. Solo se remedia el inconveniente construyendo alcantarillas, que le libren de recibir tarquines, y los viertan en el Saladar. Ya en 1827 se construyó durante la Superintendencia del *Marques del Villar* y bajo la direccion de *Fourdinier*, un puente acueducto en una de sus ramblas, que salvó el cajero, y arrojó al valle los tarquines.

190 Mas si nos contentamos con entarquinar una sola vez cualquier salobral, como no debemos prescindir ni de la accion que en él han de ejercer los meteoros, ni de que los vientos y las aguas le irán quitando la porcion mas ligera y deshecha, ni de que mucha parte se ha de consumir y alterar con la vegetacion de las plantas; vendrá al cabo de cierto tiempo, cuando no á desaparecer la gruesa capa del primitivo, á quedar tan poca y en tales términos, que le sea imposible cerrar el paso al salobre. Y si llega á descubrirse la mas pequeña mancha, ya puede contarse por perdida toda una heredad, la que sigue y las contiguas, siendo cierto que ántes de poco participarán todas de la mala calidad de las capas inferiores. Es un saladar, muy parecido á las personas que por su mala organizacion adolecen de algun accidente; pues para que gocen de salud y aun robustez, es menester sujetarlas á un régimen severo y metódico; y cuando este falta, vuelven á padecer su achaque habitual. Así tambien en los salobrales ni deben faltar las sangraderas una vez abiertas, ni los riegos, ni mucho ménos los tarquines: pero cuando indicamos que estos se suministren de continuo, no queremos decir que incesantemente se estén aplicando, como quiera que los primeros que entren en un bancal, le defienden algunos años del pernicioso influjo de las sales. Lo que aseguramos es que un campo ensalobrado y beneficiado en la manera que acabamos de insinuar, en manos de un Labrador activo y celoso, aventajará en fertilidad á cuantos de mejor naturaleza se cultiven de cualquier otra forma.

191 Los Tarquines se aprovechan por medio del riego: por lo que, para entender bien lo que hayamos de decir en esta parte, procede-

rémos ántes á exponer lo concerniente á los riegos en general, contrayéndonos por ahora á los comunes ó de aguas claras.

SECCION SEGUNDA.

De los riegos y de sus ventajas: indicacion de las disposiciones tomadas en diversos tiempos para aumentar los del campo de Lorca.

192 Que el agua sea absolutamente necesaria para la vegetacion como vehículo, como disolvente y como alimento, es cosa tan fuera de duda, que no es menester demostrarla. Confírmanlo con poderosas razones los Autores de agricultura, y cada dia nos lo manifiesta la experiencia; pues vemos al Labrador recoger abundantes cosechas cuando con lluvias, con rocíos, con nieves en cantidad, tiempo y sazon oportuna le favorece el cielo, Y si por el contrario, el hielo y la escarcha, si el granizo y la piedra, si la lluvia misma cuando viene á deshora ó es excesiva, daña á los vegetales; no por eso hemos de desconocer la necesidad del agua en general para la nutricion, crecimiento y madurez de las plantas: bien así como respecto de nosotros confesarémos la misma nececidad, á pesar de que el mismo líquido cause la muerte en los hidrópicos. Testigo este pais, y todos los que como él sientan el rigor de un cielo tanto mas cruel, cuanto mas hermoso y sereno, y los ardores de un sol, á quien para vibrar sus rayos contra la tierra, apenas estorban en la estacion calurosa trasparentes ráfagas, ligeras y errantes nubecillas. Cuando pasan meses enteros sin bajar de las nubes una gota de agua, cuando el Labrador en ninguna parte echa de ver la menor señal de humedad; mira desconsolado, que hendido el terreno en grietas y cubiertos de polvo los campos, los sementeros enflaquecen, se agostan, marchitan y secan, pereciendo ántes de rendir el fruto con que habían de remunerar su trabajo.

193 Mas, ya que es imposible remediar enteramente la falta, ha encontrado el arte modo de suplirla hasta cierto punto con los riegos artificiales. Digo hasta cierto punto; porque en vano buscarémos agua de fuente, noria ó rio igual en calidad á la lluvia; ni nos es posible en heredades extensas esparcirla sobre los tallos tiernos á modo de esta, ni nos es concedido bajar ó subir la temperatura, y modificar todos los demas accidentes físicos que concurren en un temporal para aumentar el beneficio que reciben los campos. Es sin embargo el riego medicina tan poderosa, que visiblemente se conoce su influjo en los sembrados. Los vivifica, los robustece de suerte, que á poco tiempo se nota su lozanía, y la ventaja que llevan á los bancales donde no pudo alcanzar el remedio.

194 Bien lo conocen los cultivadores lorquinos; y así lo manifiestan en el ardor con que diariamente acuden al *alporchon*, y en las sumas que

espenden para comprar el agua con que han de regar el dia siguiente. Es el precio mínimo de la hila llamada ya *de dia*, ya *de noche* 5 rs. vn.: mas no es estraño verla pagar alguna vez á 100, persuadido el regante de que tal gasto asegura su cosecha. Y por tanto, á pesar de estos y otros que ocasionan los riegos, vale sin comparacion mucho mas la tierra de riego que la de secano. Harémos una breve reseña de estos precios, para que de ello tenga algun conocimiento el Labrador de otros países. Y para darnos á entender mejor, advertirémos que la tierra se mide aquí por fanegas y tahullas. La fanega de secano tiene 8U varas cuadradas, y la de riego la mitad; aquella contiene 5 y esta 2½ tahullas, siendo la tahulla un cuadrado de 40 varas de lado. La fanega de secano, de buena calidad, con boquera para aguas turbias suele valer 500 rs., y es muy rara la que llega hasta 1U: pero cuando es tierra inferior sin ser enteramente mala, no pasa de 165. Sin embargo, las del partido de Almohijar, que son de esta especie, por caer bajo riego, y por esta razon tener la mitad de superficie, se regulan en 500 rs. Y las de Marchena ya mejores, que de secano con doble superficie podrían valer á 220, cuestan á 2U y mas. En el partido de Sutullena, que es el mas inmediato á la ciudad, que por lo mismo puede mas fácilmente beneficiarse, y que goza de mayor dotacion de agua, y por lo comun de riego mas barato, valen á 8U rs: mas si fueran de secano, no pasarían de 550. Hay tierras que riegan de balde, ya porque tienen agua propia, ya porque de la del rio les está asignada tanda, de tiempo inmemorial, si bien estas son en corta cantidad. De tal clase son las de Tiata, cuya fanega tiene 4U rs. de valor; y á ser de secano apenas llegaría á 330. La porcion mas señalada y notable de este género de terreno es el que, en número de 40 á 50 fanegas, se llama de los Reales, sito no léjos del pueblo, pero ya en el heredamiento de Albacete, el cual con una hila diaria riega cuando quiere sin pagar nada por ella: privilegio, segun se dice, por haber sentado allí sus Reales el Infante heredero *Don Alonso*, despues Rey de Castilla, décimo de su nombre, cuando vino á recobrar la ciudad de los moros. La fanega de los Reales se aprecia en 12U rs. vn. en estos tiempos de escasez y miseria: si hubiera de comprar el agua, valdría la mitad; y si careciera de ella sin tener mas que la del cielo, podría pagarse á 440 *.

195 La importancia de los riegos no ha llamado la atencion tan debidamente como correspondía; puesto que casi solo se habla de su uso

* Comparando todos estos datos con los que hemos tomado por término medio para los cálculos del Libro primero, hallamos toda la conformidad que se puede apetecer en un asunto sujeto á tantas variaciones. Por lo que no podemos ménos de congratularnos y de congratular al *Señor Muso*; pues esto manifiesta que ambos hemos procedido con la debida circunspeccion.

en los jardines y en las huertas, y cuando mas en los prados. Distinguen los Autores dos géneros, el de mano y el de pie. Aquel se hace con regaderas de hoja de lata, que se llevan en la mano, y que como todo el mundo sabe, despiden el agua en forma de lluvia por un tubo oblícuo, ancho en la boca, y cubierto en ella de una chapita convexa y acribillada de agujerillos. Y este por medio de acequias ó regaderas abiertas en la tierra á lo largo de los bancales, desde donde pasa á los surcos perpendiculares á la acequia y paralelos entre sí en que se halla distribuido el bancal alternativamente con camellones ó caballones. Es necesario para ello que no solo la regadera, sinó tambien los surcos tengan declivio, y que en la parte inferior haya una zanja de desagüe.

196 Mucho merecería nuestra consideracion el riego, aunque solo sirviese para legumbres, frutas y flores: pero aun mas la merece sin duda, cuando se empléa en los campos sembrados de cereales, esto es, de aquellas plantas, que son nuestro principal alimento y el de las bestias destinadas á nuestro servicio. Y como esta clase de riego no en todas partes se conoce; pasaré á explicar como se ejecuta en este territorio. La configuracion, extension y posicion del terreno servirán de regla para abrir las regaderas. Donde se considere la parte superior, se trazará la acequia, siguiendo aquella línea, y dándole unos 2 pies de ancha, suponiendo que en aquella direccion esté tambien el brazal ó acequia madre: si perpendicularmente á ella fuese el terreno muy extenso, será menester trazar otra regadera á escuadra con la anterior, y despues las que se consideren suficientes, formando con las otras cuadrados ó rectángulos. Dividiráse tambien la heredad en bancales de media fanega, y aun mejor de 4 celemines ó $\frac{1}{3}$ de fanega; y estas divisiones, que determinan los lindes, tendrán cosa de un pie de anchas, lo que basta cuando el agua debe siempre distribuirse con medida. Escusado es advertir que para estas operaciones es menester ó nivelar y medir ántes el terreno, ó tener buen ojo para ejecutarlas sin mas guia que la vista. Hecho esto, se comenzará traillando la tierra, ó rebajando con la trailla las lomas y partes superiores y alzando las inferiores, de suerte que cada bancal quede perfectamente horizontal, no importando el que unos resulten mas altos que otros. Y aun los que hayan de recibir el riego por una misma línea, deberán ir bajando insensiblemente unos respecto de otros. No deben estar en cuesta, porque la tierra solo ha de recibir el agua que embebiere, y si estuviese pendiente, el agua solo la bañará de paso por arriba, caminará acelerada abajo, y la desustanciará ó se llevará consigo la flor de ella. En fin, debe el suelo estar un poquito mas bajo que el de la regadera. Los lindes se harán con atochadas, echando allí la tierra que se quite al bancal, y colocando las

tongadas de atocha, de modo que el corte de la planta ó los pies de los tallitos miren adentro y se cubran con tierra, y las puntas de las hojas afuera y queden descubiertas y en declivio. Para atochar un campo no se necesitan mas instrumentos que *legones ó azadas y pisones*, y aun estos se pueden suplir apisando la tierra con los pies. Estas atochadas de ménos de un pie de elevacion sirven de subidas para pasar de un bancal á otro. Las acequias se abrirán dando la menor inclinacion posible al suelo segun su longitud; pero dejándole algun tanto mas elevado que el de los bancales, y con solo un pie ó ménos de ancho en su mayor profundidad, y se cuidará de que estén bien desembarazadas y limpias. Un bancal de 4 celemines se dividirá, para el riego, en 6 eras por medio de caballones perpendiculares á la regadera y de un palmo ó 9 pulgadas de alto.

197 Cuando se haya de regar, comenzando desde la cabeza de la regadera, y bajando por el quijero inmediato á los bancales, al llegar á la mitad de la base de una era, se abrirá en ella un portillo ó entrada desde la acequia con el legon; y la tierra ó cesped arrancado se colocará mas allá como á 2 pasos de distancia en medio de la regadera para formar en ella una parada. Lo mismo se hará en las demas, y luego se toma el agua. Detenida por la primera parada, regolfa; y entrando por el portillo, se derrama suavemente por la era. El regador prevenido con el legon sigue con la vista su curso, y al advertir que falta como una vara para tocar la márgen opuesta, la ataja deshaciendo la parada, y aplicando la tierra y cesped de ella al portillo; con lo que el agua prosigue por la acequia hasta la segunda parada, donde se repite lo mismo. El tiempo que tarda el regador en sus últimas operaciones, ha enseñado la esperiencia ser el suficiente para que el agua cubra enteramente la era; y cuando entra con desembarazo, baña los caballones hasta 6 pulgadas de altura. La tierra la va embebiendo, y á poco aparece solo mojada por arriba, pero calada interiormente, si es de buena calidad y está bien preparada, hasta 9 pulgadas de hondo. Por causa de las filtraciones conviene que, al fin de las últimas porciones de un campo de regadío, haya escurridores ó zanjas de desagüe.

198 Sabido ya el modo de regar la tierra, ocurren tres cuestiones muy curiosas, de las cuales sin embargo á las dos primeras es difícil satisfacer. ¿Qué cantidad de agua se necesita para dar un riego á todo terreno? ¿cuánto cuesta este riego? ¿cuántos riegos es menester dar para obtener una cosecha de cada especie? No pudiendo resolver las dos primeras con toda exactitud, hagamos algunas breves reflexiones sobre ellas, para que á lo ménos entiendan los lectores cuales son los datos que deben reunir, y cómo deben proceder en la averiguacion del resultado.

199 Como por lo dicho (196) se infiere que una era es la 18.ª parte de una fanega, y hemos espresado tambien que el agua suele bañar los caballones hasta 6 pulgadas de altura, si por un instante supusiésemos que sube igualmente por todas partes otro tanto, y que hasta despues de llegar á tal punto no empieza á penetrar el suelo; sacaríamos que para el riego se emplean cabalmente mil pies cúbicos de agua. Pero no confundamos la altura del líquido en una oleada con la verdadera que tiene constantemente. Esta han querido algunos que sea de 4 pulgadas; y entónces bastarán 666,666 pies cúbicos. Aun es escesiva, pues seguramente apénas llega á la mitad. Démosle 2 pulgadas, y resultarán 333,333 pies cúbicos. Mas el agua comienza á penetrar la tierra inmediatamente que la toca, y de continuo va filtrándose miéntras recorre la era. Si pues consideramos únicamente que cuando deja de sobrenadar haya bajado 9 pulgadas, se hallará toda embebida en un volúmen de 1500 pies. ¿Y cuál será la verdadera cantidad consumida en el riego? T memos por unidad de medida el peso específico del agua con que reguemos, y llamemos P el de la tierra ya empapada en ella, y P' el de la seca, y hagamos $P-P'=p$. Si llamamos tambien V el volúmen del prisma, cuya base es la superficie del terreno regado, y la altura la que ha calado el agua, y v el volúmen que buscamos, será $pV=v$: y como $V=sx$ en el supuesto de representar s dicha superficie y x la altura, será tambien $v=psx$; donde se ve que de las cantidades p, x depende lo que deseamos saber: y como p varía segun la relacion de las P y P', y x tampoco es una misma en toda clase de terrenos, será necesario en cada uno hacer una averiguacion particular. No es tan difícil esto como se creería á primera vista; porque x está conocida cuando en el mismo instante en que concluye el riego, se mide la profundidad á que ha llegado el agua; y p, supuesto que es igual á $P-P'$, pesando con exactitud una vasija, primero vacía, luego perfectamente llena pero sin colmo de tierra seca, y despues de la misma tierra regada á mano hasta que se haya mojado bien, y últimamente de sola el agua. Rebajando de todos el peso de la vasija, y haciendo el del agua igual á la unidad, por una proporcion geométrica se sacarán los otros, ó partiéndolos por el del agua. Por este medio sencillo se escusa el de la balanza hidrostática, y cualquier otro que no esté al alcance de quien no ha saludado la Mecánica. Aplicando la fórmula á tierra de labor de muy buena calidad y bien mullida, situada en esta huerta, hallé yo que 1500 pies cúbicos de la misma absorvían 411,29 de agua. Por lo que, si suponemos constante la altura de 2 pulgadas sobre la tierra cuando el agua acaba de entrar en ella para el riego, y rebajamos de la cantidad últimamamente hallada la otra de 333,333, in-

ferirémos que, durante el riego, calan la tierra 77,957 pies cúbicos de agua. La demas la penetra inmediatamente despues. A este tenor una fanega de tierra debe absorver 7403,22. Y la del marco real de Castilla 17057. Si absorve mas en otras partes, ó será la tierra de otra calidad, ó tal vez dimane el esceso de no darse los riegos con la precision y economía que en este pais *. Pero si la tierra tiene pocas labores toma ménos. Si la tierra es de diversa calidad, ha de variar tambien forzosamente la cantidad: de donde se infiere que el problema que en este caso se resuelva, solo puede servir para determinada especie de terreno. Es necesario contar tambien con la porcion de líquido que embeben las acequias y los brazales ántes de llegar al bancal: dato que en un caso particular puede omitirse, esto es, cuando las canales se hagan de albañilería y se embetunen.

200 Mas aunque llegásemos á averiguar con exactitud el volúmen de agua, que se necesita para un riego determinado, no por eso deberíamos lisonjearnos de haber adelantado cosa alguna en favor del Labrador lorquino: porque este no compra el agua por medidas cúbicas, sinó por hilas, y en ellas los tres datos son muy variables. No puede constar la altura y la latitud de la hila; porque siendo fijo el número en que se divide el rio, es cada una proporcional á la total cantidad,

* El método de que se ha valido para esta determinacion *Don José Muso y Valiente* es sumamente ingenioso. Y aunque difiere mucho del método directo por el cual yo he obtenido 21109 pies cúbicos de agua para regar una fanega del marco real de Castilla, la diferencia proviene, como espresa muy bien el *Señor Muso*, de la diversa calidad de la tierra en que se han hecho los esperimentos Esta diferencia viene á ser $\frac{1}{5}$, la cual no escede á los límites de los errores que se pueden cometer en este género de investigaciones. Pero como el esceso está en mi cómputo, me debe ser muy satisfactorio; pues yo he establecido mis cálculos en el libro 1.º para que mis resultados no se consideren como exagerados, y por esta causa tomamos para la cantidad de agua que se necesita para un riego mas bien de mas que de ménos. Y si queremos una prueba mas decisiva, no hay mas que observar, que de los dos esperimentos directos que yo hice sobre riegos y espreso (pág. 496 del mercurio de octubre de 1824), elegí el que consume mayor cantidad de agua. Si hubiera elegido el otro, resultaría que la cantidad de agua necesaria para dar un riego se debería considerar como equivalente á una columna de agua de 2,27 pulgadas ó 0,18917 de pie. Y como la fanega de tierra del marco real tiene 82944 pies cuadrados, si multiplicamos estos dos números, resulta que en este caso, para regar dicha fanega, se necesitan 15690,5 pies cúbicos de agua; y ya este resultado solo viene á discrepar del obtenido por el *Señor Muso* en $\frac{1}{11}$, diferencia sumamente despreciable en investigaciones de esta naturaleza; verificándose ademas que el obtenido por el *Señor Muso* se halla entre los que resultan de mis dos esperimentos. Esta conformidad entre los resultados obtenidos en paises tan diferentes como son Madrid y Lorca, y por métodos tan distintos, y sin tener yo noticia del obtenido por el *Señor Muso*, ni este sugeto del que yo hice, es la prueba mas convincente de que nuestros resultados merecen la debida confianza.

que en aquel momento corra por este. Tampoco el tiempo, escepto en Sutullena; porque se cuenta por dias y noches, y todo el mundo sabe que van en todo el año creciendo y menguando. Mas reduciendo la cuestion á términos generales, no es imposible sinó muy fácil resorverla. Porque, dadas en una hila la latitud, la altura y el tiempo, los dos primeros datos junto con otros, que no es difícil adquirir, esto es, el número de hilas que van por un canal, la longitud de este, y la altura de donde parte el líquido, nos conducirían á saber la cantidad de agua que pasaba en una hora por un punto dado. Dividida luego esta cantidad por el número de hilas, obtendríamos la que llevaba una de estas, y multiplicándola por el número de horas, la que suministraba durante ellas. Sabiéndose ya el volúmen de agua necesario para un riego, estaba averiguado cuantas hilas se necesitaban, ó cuanto podía regar una hila contada por cierto número de horas.

201 De aquí se infiere tambien que al Labrador lorquino se favorece cuando desde el rio va el agua por canales directos á su tierra; porque siendo la distancia menor, la inclinacion del plano por donde baja el agua lo es asímismo; y por tanto la velocidad de esta es mayor, y por crecer la velocidad y menguar la longitud del brazal, llega mas pronto á su heredad, y en un tiempo dado riega con mayor porcion. No debe olvidarse tampoco la estacion y la hora en que se riega, pues la esperiencia ha demostrado que no deja de influir en la cantidad. Por último, como debe ahorrar el número de riegos que pueda, será bueno hacer presente que llevando la acequia mas agua, riega tambien mejor, concluye ántes, y no es preciso que repita la operacion tantas veces como en caso contrario: de suerte, que el gasto total de agua en riegos será mucho menor. La incertidumbre de estos datos ha de traer consigo la del resultado, y las consideraciones, que hemos hecho, indican que el Labrador tiene que tomar para un riego mas agua que la que consume su tierra. La esperiencia en esta parte lo suple todo; y así por ejemplo se sabe que en invierno con un dia que se compre, esto es, con una hila de sol á sol se riega una fanega de buena calidad bien entarquinada, ó media de calidad inferior. Tambien se ha observado que cuando la regadera no lleva mas que una hila, se suelen tardar 9 horas en regar la fanega.

202 Y si es difícil fijar la cantidad de agua necesaria para dar un riego á una suerte determinada, mas lo es designar el precio á que el mismo se pague; porque, á las dificultades enumeradas, se añade la gran variedad que continuamente se advierte en el valor de las hilas. Así que, no es imposible que en una ocasion cueste 20 veces mas que en otra regar un pedazo de tierra; y yo puedo asegurar que en el espacio de mas

de 15 años, no me han salido 2 riegos á una misma suma. El precio mínimo de un dia ó de una noche he dicho que es de 5 rs. vn.; el máximo es indefinido, aunque en estos últimos años puede regularse en unos 100 rs. El mínimo de un cuarto es 2 rs.

No se puede aquí deducir una fórmula algebraica como en la cuestion anterior; y el único arbitrio, que queda, es reunir los precios de los riegos, dados á una heredad por un buen número de años y sacar el precio medio. Haciéndolo así, con muchas situadas en diferentes parages, y comparando los resultados, se formaría juicio del valor aproximado de un riego en una fanega de tierra. Yo he observado, por ejemplo, en un pedazo de 7 fanegas y 3 celemines, que se halla en el partido de Roche, á una legua del pueblo, tierra de buena calidad, pero que por no poder beneficiarse á menudo, se cultiva de año y vez, sembrando en ella trigo, lo siguiente. Reunidos los riegos, que ha recibido desde el sementero de 1816 hasta la cosecha del presente de 1833, el valor medio del que corresponde á una fanega de tierra es 10 rs. 22 mrs. Rebajando $\frac{1}{10}$ por el agua consumida en el brazal, la cantidad de 9 rs. 20 mrs. espresará el coste del agua que haya embebido una fanega. Luego á razon de 7403,22 pies cúbicos de líquido, deducirémos que cada pie cúbico ha costado por precio medio 0,044 mrs.; ó lo que es lo mismo, con un maravedí se han comprado 22,7 pies cúbicos de agua. Hecha igual operacion con el valor medio del trigo, al tiempo de darse los riegos, y comparado, aparece que el últimamente averiguado es al del trigo : : 1 : 40783 próximamente. El riego mas costoso de todos se dió en 7 de abril de 1827; salió por fanega á 52 rs. 14 mrs., ó sin el consumo del brazal, á 47 rs. 6 mrs., y cada pie cúbico de agua á 0,217 mrs.; y la razon de este valor al del trigo fué de 1 á 9401 con corta diferencia. El mas barato ocurrió en 30 de diciembre de 1818, pues no excedió por fanega de 2 rs. 26 mrs., ó sin el consumo del brazal, de 2 rs. 17 mrs., y en él vino á tocar al pie cúbico de agua 0,012 mrs. La razon de este último valor al del trigo fué : : 1 : 232333 próximamente. Durante 3 años contados desde los sementeros de 1822, 30 y 32 á las cosechas de 23, 31 y 33, se regó de avenida, y no fué necesario comprar para él una gota de agua en el alporchon. En otros 3, á saber, 1817, 21 y 29 no se necesitó darle el riego de primavera; y en 1824 se sembró de tempero sin comprar tampoco el agua. Los gastos de que hablamos son precisamente los del alporchon, prescindiendo de jornales &c.

203 No hay tanta incertidumbre en la tercera cuestion, á saber, con cuantos riegos se logrará una cosecha de cada especie; y no porque se pueda sentar en esto una regla para todos los casos; pues en años llu-

viosos claro es que apenas se necesitan mas riegos que los de las nubes, y hay al contrario otros tan desgraciados que nada basta; pero por punto general puede decirse que el trigo sale adelante con 3 riegos, y la cebada con uno: al maiz es menester dar 5, mas al panizo negro ó de Daimiel bastan 3. Las habas y demas hortalizas no tienen número fijo, aunque por lo comun se riegan 5 veces. De todos estos riegos, uno se da siempre al tiempo de la siembra. Los olivares reciben 4 al año. El estado de la tierra y el aspecto de los sementeros dan á entender al Labrador cuando debe suministrarles agua.

204 Este socorro es tan eficaz que entre los buenos Labradores lorquinos ha dado lugar al refran: *Duro que se gasta en el alporchon se convierte en doblon.* Con él, á pesar de la aridez del clima no teme el regadío malas cosechas; y así no es estraño que desde tiempo muy antiguo se haya pensado en aumentar el agua para los riegos. Varios proyectos se han imaginado, y aun en todo ó en parte ejecutado; y con el fin de completar las noticias relativas á esta materia, darémos de todos alguna idéa.

205 El mas antiguo y el mas importante, sin que por eso haya dejado de esperimentar contradicciones, es el conocido con el nombre de los *ojos de Archivel*, Redúcese á traer á estos campos el agua de ciertas fuentes de Caravaca. Tuvo principio en el siglo XIV por un convenio entre ambos pueblos mediante el cual cedió Lorca á la espresada villa una porcion de terreno en cambio de aquellas aguas que al parecer no se aprovechaban allí en manera alguna, y comenzaron desde luego á trabajar los lorquinos, abriendo minas que adelantaron bastante, y que aun subsisten. Pero la guerra estorbó la conclusion del canal. Mas adelante se intentó hasta otras 5 veces llevar á cabo la empresa, y se dirigieron no pocas solicitudes al Gobierno. De sus resultas se hicieron reconocimientos dignos de atencion, y se adelantaron las obras; pero al fin no produjeron efecto alguno. De los reconocimientos, uno se practicó en 20 de noviembre de 1618, y otro en 3 del mismo mes, año de 1743 por el Teniente Coronel de Ingenieros *Don Sebastian Feringant y Cortés*, resultando entre ambos 8 hilas de diferencia. Lo que producen las operaciones de *Feringant* es lo siguiente:

Fuente de Archivel fluye por hora. (pies cúbicos de agua) .	3Ꝺ600
Los dos ojos del mismo nombre.	28Ꝺ350
Fuente de Bananda.	14Ꝺ000
Id. de Benablon ó de la Asperilla.	28Ꝺ800
Id. de Navares	14Ꝺ400
Id. de Canejas.	37Ꝺ800
Id. de Zingla.	11Ꝺ578-1—5
TOTAL.	170Ꝺ928-4—6

206 En 1791 se volvieron á reconocer por la empresa de Lorca, y en 1793 se dió nuevo informe acerca de ellas por *Don Pedro Angel de Arbizu*, que presenta los mismos datos que *Feringant*. Regulóse á vista de esto, que de aquellos manantiales corren 145 hilas del marco de las de nuestro rio, ó un volúmen de agua 6 veces mayor que el de este. En tiempo de *Feringant* habían empezado á aprovechar algunas de estas aguas en aquel terreno; pero los cálculos del mismo ingeniero demostraron que aunque se estendiesen á mayor superficie, todavía despues de regar con el debido órden sobra un caudal enorme, que acarreado á esta jurisdiccion, traería ventajas inmensas. El gasto de las obras necesarias para ello está calculado en 3@669@098 rs. vn.; y tal vez sea menor, pues estas se hallan tan adelantadas, que apénas distarán una legua de la cuesta de Lorca. Ni faltarían personas que suministrasen los fondos, ni el terreno ofrece los estorbos que en otras partes. Solo falta una cosa para verificarlo, y con ella la felicidad de este pais: una orden vigorosa y terminante de S. M. para que se haga (1).

207 Por el año de 1537 se trató de conducir á estos campos las aguas de los rios Castril y Guardal, que corren por el reino de Granada; pero sucesos importantes que ocurrieron en la nacion, distrajeron al Gobierno de pensar en ello. Despues, se unieron Lorca, Murcia y Cartagena para acometer la empresa; y á este pueblo adelantó las sumas necesarias en 1589 bajo hipoteca del valor de las aguas, que la ciudad poseía en este rio, *Don Gonzalo Muso Muñoz*, vecino de Caravaca, mi sexto Abuelo. Sobrevinieron nuevas dificultades, volvieron las tentativas, y los estorbos, y alternando aquellas y estos, pasó mas de siglo y medio, hasta que en 1774 se concedió facultad á la compañía de *Pradez* para hacer un canal de riego y navegacion desde aquellos puntos hasta el mar por este territorio, el de Murcia y el de Cartagena. Apareció despues no haber agua bastante para tanto, y se limitó la empresa á un canal de riego, y posteriormente la persuasion de ser todavía muy corta la cantidad de agua y la gran dificultad de abrir la mina de Topares, que se creyó necesaria para traerla á Lorca, hizo que del todo se abandonase el proyecto, gastadas ya cuantiosas sumas en las obras que se hicieron. Aun se puso de nuevo la mano en el negocio por las mismas 3 ciudades, luego que el Rey N. S. volvió de su cautiverio; mas del reconocimiento, que practicó el ingeniero *Don Juan*

(1) Con fecha de 14 de junio del presente año de 1833 se ha servido S. M. mandar, á propuesta del Superintendente de la Real Empresa de esta ciudad, y conformándose con el dictámen del *Señor Don José Larramendi*, que *Don Eugenio Fourdinier* haga un reconocimiento en aquel terreno para ver si este proyecto es asequible. Ha comunicado la Real órden el *Excelentísimo Señor Conde de Ofalia y Heredia*.

Carmona, resultó que para costear lo que faltaba hasta la conclusion del canal serían necesarios mas de 90 millones de rs. con éxito dudoso.

208 La escasez de agua potable movió en 1768 al Consejo, á solicitud del Corregidor *Don Juan Palanco*, á dar comision á *Don José de la Cerda*, Oidor de Granada, para que cuidase de conducir al pueblo las de la Zarzadilla, Palancar y Cerda. Comenzóse el acueducto, que dirigió el Brigadier de Ingenieros *Don Juan Escofet*, y cuya obra sufrió contradicciones como todas. Sucedió en la comision á Cerda *Don Francisco Javier Herranz*, tambien Oidor de Granada, y en la direccion facultativa, por ausencia de *Escofet* á otros asuntos del Real servicio y á propuesta suya, su discípulo *Don Gerónimo Martínez de Lara*: y tuvieron la satisfaccion de conseguir su intento, trayendo las aguas en un acueducto magnífico, que surte de ellas á dos fuentes levantadas en los barrios de San Cristobal y de Santa Quiteria. Desde allí se proyectaba acarrearlas á la ciudad; pero hasta ahora no se ha verificado. El agua sobrante, regulada en una hila, se vende todos los dias como las otras.

209 La esterilidad de los años que precedieron al de 1611, movió al Ayuntamiento á tratar, acorde con el cabildo eclesiástico, de que se hiciese un pantano, para que represando las avenidas furiosas, que de cuando en cuando bajan de los montes, contuviese el agua necesaria para el riego de los campos. Con este fin, pidió licencia al Consejo para tomar á censo el dinero necesario: contradijeron algunos el proyecto, practicáronse diligencias y reconocimientos y entorpecióse el negocio. Los principales que se opusieron en Lorca, fueron *Don Gaspar de Salazar y Jusepe Giner*; y alegaron que las tierras quedarían privadas de tarquines; que el pantano se enrunaría pronto; que los gastos serían mucho mayores que los productos; y que no era fácil indemnizar á los particulares, como se proponía, para evitar altercados, el valor de sus aguas por la suma enorme á que subían los capitales. A pesar de estas reflexiones, propuestas siempre que de ello se hablaba, insistió la ciudad una y otra vez, ya abrazando en su proyecto los de los ojos de Archivel y de los rios Castril y Guardal, ya limitándose al pantano. Mas prevalecían las dificultades y entorpecimientos, hasta que por sí misma cuidó de ejecutar el pensamiento, y dió las disposiciones necesarias para que se levantase la presa en el sitio de *Puentes*. Por aquella parte hubo de haber poblacion en lo antiguo, pues en la era de 1295 (año de 1257) la concedió el Rey Don Alonso el *Sabío* á esta ciudad con todo su término para que fuese aldéa suya. El parage elegido está á 2 leguas del pueblo, y se halla en la confluencia de los rios de Velez, Luchena y Turrilla entre 2 montañas de piedra franca. Sus vertientes se regulan en 120 leguas cuadradas; los montes tienen de ele-

vacion 65 varas, 200 de base, 35 de ancho en la entrada, 17 á la salida, 168 cerca de los $\frac{2}{3}$ de la altura, 340 en las cimas. El suelo en toda su longitud es de arena. Comenzóse al fin la obra en 16 de diciembre de 1647 bajo la direccion de *Pedro Guillen*; y en 14 de abril de 1648 estaban ya cerradas las bóvedas y había dos hiladas mas de sillería. Tenía 27½ varas de monte á monte, y 21 varas de altura con 4 de cimientos. Mas en agosto del mismo año la arruinó una avenida, socavándola por ellos sin que dejase mas que un pedazo á cada lado hundiendo todo lo del medio: y con esto se suspendió por entónces. Volvió la ciudad á ella en 1699, y pidió licencia para tomar dinero á censo; espidióse la cédula de diligencias, y quedó de nuevo todo parado. En 1712 renovó el pensamiento el *Cardenal Belluga* para reedificar el pantano á su costa; pero se opusieron dificultades, que estorbaron el cumplimiento de sus deséos; y entónces levantó otro en Totana, que no mucho despues se enrunó inutilizándose del todo. Y en 1774, fué parte este proyecto del relativo al canal, que debía traer á Lorca las aguas de los rios Castril y Guardal.

SECCION TERCERA.

Indicacion de las particularidades é incidencias de los Reales pantanos construidos en Lorca para el aumento de los riegos en su campo.

210 Estinguida la compañía de *Pradez*, y otra que le sucedió, y abandonadas las obras del canal de Huescar por las dificultades, que se oponían á su ejecucion; previo un reconocimiento, hecho en 1783, de los sitios de Puentes y de Valdeinfierno por *Don Juan de Villanueva*, acompañado del Arquitecto *Lara*, que regularon producirían las aguas allí represadas 3 millones de renta anual y 14 para los vecinos, tomó el Rey á su cargo la empresa limitándola á la construccion de dos pantanos en esta jurisdicion. Espidióse el decreto por la Secretaría de Estado en el Pardo á 11 de febrero de 1785, y en él fueron nombrados para la ejecucion de las obras el mismo *Lara*, y por Juez subdelegado y comisionado *Don Antonio de Robles Vives*, Consejero de Hacienda, naturales de este mismo pueblo. En 1.º de marzo de aquel año se cumplimentó por el ayuntamiento, y principiaron las obras con general satisfaccion; porque todos participaban de las lisongeras esperanzas que habían concebido los reconocedores, si bien los ingenieros de Cartagena tacharon desde el principio las disposiciones de *Lara*. *Robles* lo atribuyó á despique; pero luego en 87 habiendo pasado uno de ellos (*Don Joaquin Ibargüen*) á reconocer la presa, hubieron de hacerse en lo que se construyó despues algunas enmiendas á propuesta suya. En 18 de agosto de 88 se trató de estancar las primeras aguas; á fines del mis-

mo año se hallaba en estado de represar las lluvias; y á fines de 91 concluido el Real Pantano de Puentes. El de Valdeinfierno se hizo posteriormente, y puede decirse que todavía no está del todo acabado.

211 No fueron estas las únicas obras, que entónces se hicieron; pero "si se pregunta, decía *Robles* al Gobierno en 1795, cuales son las ejecutadas, basta responder que el *gran pantano de Puentes*, y callar todas las demas por atrevidas y sólidas que sean; porque sería hacerle injusticia nombrarlas á su vista. Hacer aquí la descripcion de una obra, que ha sorprendido la admiracion de los facultativos extrangeros, comparándola con las maravillas de Menfis, sería dilatarnos demasiado." No obstante para que de ella se adquiera algun conocimiento, describiré el modo como se construyó.

212 Empezada en el mismo parage donde estuvo la antigua, se abrió ante todo una mina para desaguar la madre del rio, con el fin de buscar asiento en tierra firme: mas no habiéndole hallado á 27 pies de profundidad, se fundaron los cimientos sobre pilotage, rellenas en parte las cuadrículas de mampostería. Encima se trazó el murallon, que arrancó con 3 hiladas de sillares curvilineas, con un pie de zarpa de una á otra, y se pavimentó tambien de sillares hasta la parte opuesta. Aquí empezó la galería ó bóveda del desarenador, la cual hácia el embalse se dividió en 2 brazos, separados por un muro en cuyo estremo inferior se reunían hasta la salida. Sobre el pavimento, para mayor seguridad, se colocó otro en forma de rastrillo inverso hecho de piedra sujeta con barrones de fierro, que se introducían en los costados siguiendo la galería en arco inverso. Todavía se revistió la primera zarpa con tablones rellenándose los huecos con peña. En el costado izquierdo se abrió el primer pozo en forma de semicírculo por la parte del embalse con un órden de 3 ventanillas de alto abajo, que debían soltar el agua; y se cerraban con tablachos de piedra y mástiles de fierro donde enganchaban las cuerdas de los cabrestantes, para calarlos y alzarlos. Este servicio se hacía desde una barca ó por medio de un andamio volante. Eran 200 las órdenes de las ventanillas, á los que correspondían desde el pavimento superior postigos levadizos, por donde se introducía el boton del cabrestante. Desde las ventanillas caía el agua al pozo, y de allí salía por una mineta, pudiéndose registrar todo ello por una escalera. Las cortinas superior é inferior eran de sillería enlazada con clavillones de fierro, y tenían el talud correspondiente. Igualada la obra con la clave del arco de las compuertas, se formó un cordon, que terminaba el primer cuerpo, y se apoyaba en los montes laterales, y desde él formaba el pantano la figura rectangular. A 24 varas de altura, y á 21 de distancia del pozo se hizo otro con igual órden de ven-

tanillas, escalera y mineta, quedando aquellas á la altura que mediaba las del otro: y á nivel del pavimento de este se construyó una cornisa de uno á otro costado, que facilitaba la entrada y salida del mismo. A 40 varas de altura concluía el segundo tercio, y las 20 restantes hasta completar 60 se dividían en otros 4 con 6 hiladas cada uno, divididos por escalones tan anchos que por ellos podían pasar carruages de un estremo á otro. Coronábalo todo una banqueta ó parapeto adornado con una barandilla. Su longitud era de 149 varas en la línea de frente, 64 por el ángulo de la derecha y 126 por el de la izquierda, por donde abrazaba ambos montes. Servíale de adorno en la parte interna un cordon, y en la esterna una basa y cornisa toscana. Entre los pozos había una escalera de 2 ramales para subir al parapeto. Debían colocarse tambien 3 inscripciones, y en los estremos las estátuas de Carlos III y Carlos IV.

213 En el costado izquierdo se abrió un canal para que si el pantano se llenase, derramara los sobrantes en un barranco; y para evitar cualquier daño en el salto de 20 varas, que tenía la mineta del segundo pozo, se dispuso otro escurridor por la falda de la montaña repartido en escalones. Las bocas superiores de los pozos y las escaleras interiores tenían asímismo barandillas de hierro. Llegada la obra á la altura capaz de contener las aguas suficientes, se cerraron las compuertas con vigas embebidas en las brencas del murallon, calafateadas y apoyadas en el centro con un estante de fierro sostenido de contrapuntas. Entre las dos inferiores se colocaron 4 llaves ó grifones para dar, templar y cortar el agua, y proporcionar salida á los tarquines, precedido un ensayo, con lo que se lisonjearon de que en mas de 40 años no sería necesario limpiar el pantano, y entónces se haría con facilidad. Toda la obra estaba revestida de sillería, de la que se emplearon 5790 pies cúbicos: los macizos se hicieron de mampostería, siendo su total volúmen el de 2304880000 pies cúbicos. Calculóse su cabida en 70 á 75 millones de varas cúbicas, que formarían sobre el rio Luchena una cola de mas de 60 varas de largo, y sobre el de Velez de mas de 50.

214 En cierta ocasion, al abrir uno de los grifones saltó el macho; para impedirlo en adelante, se hizo una bola de madera, con plomo dentro, sujeta á un anillo y cuerda, que echada en el agua era llevada por la corriente á la boca del grifon; y cerrada esta por ella, se abría entónces con facilidad. En fin, para evitar que los obstruyese la leña y ramage que suelen traer las avenidas, se formó en frente de cada compuerta y grifones una reja piramidal, parte de hierro y parte de madera labrada, que se podía armar y desarmar; y dejando el paso libre al agua,

le negaba á la broza que esta arrastraba. Costaron todas las obras poco mas de 12 millones de reales.

215 En dos de diciembre de 88 mandó *Robles* que se cerrase el pantano de Puentes: y así se ejecutó dejando dispuestos los conductos por donde se había de suministrar lo que llamaba *agua natural del rio* para el riego, y para los molinos en la cantidad que juzgó precisa.

216 Con la restante ya detenida, y con la que acrecentaban las lluvias, se lisonjeaba *Robles* de que el pantano comenzaría desde luego á producir utilidades: y es cierto que en el primer quinquenio subió la venta de aguas de ambos á mas de 1∂200∂000 rs. Pero no bien dió en este punto sus primeras disposiciones, cuando empezaron los clamores, principio de la larga y empeñada contienda entre el pueblo de Lorca y la empresa de pantanos. Mas de ella no se podría formar juicio exacto, si no anticipamos algunas nociones relativas á las aguas, que sirven para estos riegos.

217 Todas ellas se consideran divididas en cierto número de partes que jamas varía, y que diariamente se venden para el riego en pública subasta, percibiendo los valores los propios de la ciudad, algunos cuerpos y particulares. Ejecútase la venta, y distribucion consiguiente á ella, mientras puede el agua sujetarse á medida: mas cuando sobreviene inundacion, riega cada uno por donde puede. Es fácil conocer que en el invierno debe venir muy aumentada el agua, y esto no solo lo producen las lluvias que acrecientan los manantiales, sinó tambien la particularidad de no aprovecharse en los campos de Velez el rio de su nombre, que principalmente compone el caudal del de Lorca. Nunca se ha hecho en él mas distincion que la de aguas claras y turbias, puesto que en uno y otro caso deben tambien considerarse las superfluas, ó aquellas que por no ser necesarias para los riegos, van perdidas al mar. Estas eran las que todos creían que se reservarían en los pantanos; mas como la sequedad del clima no lo permite sinó raras veces, halló *Robles* medio de represar aguas desde el principio y hacer que de esta suerte comenzasen á producir dinero para las arcas de la empresa, haciendo otra division de las aguas en naturales ó perennes, y en supercrecientes ó aumentadas por las lluvias. Segun él, solo las primeras debían dejarse correr, deteniendo las otras: y como en aquella sazon no podía ménos de venir el rio bastante crecido, la represa causó de repente tal diminucion, que escaseando el agua para los sembrados, tomaron las hilas un precio exorbitante.

218 Apenas sintieron el daño, acudieron á él una porcion de hacendados y labradores: y desatendidas sus quejas por el Comisionado, las espusieron al Ayuntamiento. Este al mismo tiempo reclamó la obser-

vancia del antiguo método, por las alteraciones que se iban introduciendo en el alporchon: y á unos y otros se unieron los dueños de aguas, quejándose de haber sido usurpada su propiedad, considerado bajo este concepto no el valor de las aguas, que se les dejaban, y que subía mas que el de todas en lo antiguo, sinó la parte de aquellas que pudiendo sujetarse á medida, no debía represarse en el pantano. *Robles* sin embargo lo atribuyó todo á codicia de los últimos, cosa difícil de entender, tanto por las razones que alegaban los quejosos, cuanto porque, segun él mismo demostró, habiéndoles redituado ántes en año comun de un quinquenio 500@ rs., entónces les redituaban mas de 800@. Pero insistiendo en su idéa, creyó que todo se remediaba incorporando al Real Patrimonio las aguas supercrecientes, y de uno en otro paso las incorporó todas, y para ello obtuvo en su favor varias Reales órdenes; la mas notable en 9 de noviembre de 89 en que se mandó que á los poseedores de buena fe se diese el buen cambio de la ley.

219 Esto en verdad no reparaba el mal, porque no aumentaba el agua: y multiplicándose al mismo tiempo las innovaciones del alporchon, no cesaban las quejas de unos y otros. Imputábalas *Robles* á manejo de los Regidores; y para acallarlas privó al Ayuntamiento de la administracion de las aguas, diciendo, que pues ya pertenecían á S. M. solo la Real empresa debía entender en ellas. Pero el Concejo, atendiendo á lo principal, en fines de abril envió á recorrer el campo una comision, mediante la que, examinadas las heredades una á una, demostró que la cosecha se perdía por falta de riegos. No asustó á *Robles* la dificultad, ántes bien contestaba que todo aquello provenía de que por codicia, para dar mas valor á las aguas, se había estendido indebidamente el regadío; que *Don Alonso el sabio* le ciñó á límites mas estrechos; y que nunca debieron estos traspasarse. Y como celoso defensor de lo establecido por el Rey Sabio, circunscribió el regadío á los primeros pagos, distribuyéndoles el agua por tandas. No llevaba otro fin, decía, que restablecer las cosas en su estado primitivo, evitar los perjuicios de la venta de las aguas y determinar con precision los términos desde donde comenzaba el nuevo riego, esto es, el que con las aguas *supercrecientes* se había de dar á lo que por su nueva providencia quedaba de secano, y á otra porcion de terreno para el cual mandó abrir nuevas acequias. Y si, á pesar de este arreglo, continuaba vendiendo las aguas, no vendía precisamente estas, sinó la *comodidad de regar en tiempo oportuno*. Pero nada de esto traía mas aguas al campo, que era la cuestion principal; y así, tales acuerdos y mandatos no produjeron sinó la pérdida de la cosecha en el año de 90, de suerte que á toda prisa tuvo el Comisionado que alzar las tandas, restituir al regadío

los campos que ántes le pertenecían, y restablecer en este punto el método antiguo.

220 Y si gran parte de las aguas claras debían reputarse públicas y detenerse en el pantano; ¿qué sucedería con las turbias producto de lluvias momentáneas? Con mayor fundamento se reprimieron, y de ahí nuevo género de reclamaciones. Expusieron los Labradores que las tierras privadas de tarquines no solo se desustanciaban, sinó que se ensalobraban, y fué necesario proveer sobre el objeto de estas quejas. Satisfizo *Robles* diciendo: que el pantano por los grifones daba salida á las aguas turbias y con ellas á los tarquines; y aun sentó en un capítulo de la nueva ordenanza, que en tiempo de avenidas se dejarían pasar 500 hilas. El hecho acreditó la imposibilidad, que tampoco era difícil demostrar por el cálculo: y estancándose entónces en el pantano casi todos los tarquines, alegaba *Robles* que no eran absolutamente necesarios para fecundar la tierra, y que bastaba cultivarla con labores profundas.

221 Entretanto el salobre cundía, aumento de aguas no se notaba, el precio de ellas subía, las cosechas se disminuían. Por otra parte, la instabilidad de las providencias, por las que lo resuelto ayer se deshacía hoy para revocarlo mañana, si bien todo ello efecto necesario de la inesperiencia, como mantenía las cosas en perpétua incertidumbre, traía á las gentes no ménos disgustadas. Hízose el descontento general, de modo que el mismo *Robles* en uno de sus escritos contaba por adversarios suyos á los nobles, al cuerpo de ingenieros, á los regidores, á los del juzgado, al comercio, á los partícipes en diezmos, á la colegiata, á los dueños de aguas, al comun de regantes, á los poderosos hacendados, á las comunidades eclesiásticas, finalmente á la plebe. Segregados estos ¿quien quedaba á su favor? ¿y como era posible que tantos, no ya centenares, sinó millares de personas ó caminasen de mala fé, ó se engañasen en lo que de tan cerca tocaba á su propio interés? Prolijo sería á la verdad referir las quejas que se dieron, las representaciones que se hicieron, los oficios que se pasaron, los informes que se pidieron, los reconocimientos que se practicaron, las juntas que se celebraron, sin resultar de todo mas que continuos altercados, exasperacion de voluntades, fomento de odios. Eran contra *Robles* los principales mantenedores de la contienda los cabildos eclesiástico y secular; pero mientras estos alegaban razones y exponían hechos, otros embozados le denigraban en sus escritos, forjaban anónimos, propalaban especies injuriosas y aun hubo quien atentó contra su persona: medios rateros y viles tan propios de almas bajas como agenos de corazones elevados. Es cierto que tampoco *Robles* mostraba en sus papeles mucha

consideracion á sus opositores. Unos eran ineptos, otros codiciosos, estos contrabandistas, aquellos ignorantes: todos los errores nacían de malicia, todas las razones no eran sinó capa que encubría miras siniestras. Insistía en que la agricultura tenía conocidas ventajas, en que las aguas se vendían con equidad: y en que era necedad que no se convenciesen de ello los lorquinos. No es á la verdad muy fácil persuadir á quien compra caro de que paga barato, ni á quien recoge poco de que llena sus graneros. Pero, acalorándose mas y mas las disputas, y encendiéndose los ánimos, pasó *Robles* de los dichos á los hechos: multó á unos, prendió á otros, desterró á varios; y obteniendo la aprobacion superior de todas sus operaciones, impuso al fin silencio á los lorquinos desengañados del ningun fruto de sus gestiones anteriores. Tranquila ya la empresa, juzgó *Robles* que podía mitigar el rigor, y suavizó algunas de sus providencias.

222 Pero la calma era aparente, porque mientras tanto ardía oculto el fuego, y en silencio se preparaba mas violenta tempestad. La caida de *Floridablanca*, cuñado y protector de *Robles*, fué la señal de alarma para todos sus adversarios, que sin tardanza dirigieron al trono sus reclamaciones. Vistas por el Rey Padre, cuya bondad para con todos sus vasallos era muy conocida, las remitió en 28 de junio de 92 al Consejo, encargándole la prontitud. El Supremo Tribunal, despues de proveer lo conveniente sobre las personas desterradas por el comisionado, en 16 de agosto elevó una consulta en la que pidió que, saliendo él mismo de Lorca, le reemplazase otro magistrado que lo averiguase todo y diese cuenta, ejerciendo interinamente el Corregidor la Superintendencia. Y como á las quejas primeras se agregaba entónces la de que las obras carecían de solidez, consultó asímismo que se nombrasen facultativos para que las reconociesen. Conforme el Rey con este dictámen, se expidieron las órdenes necesarias, dejó *Robles* el pueblo y se situó en Albacete; y el Corregidor entre otras cosas dispuso que el ingeniero *Ibargüen* fuese á reconocer los pantanos. Ejecutólo así, y en su informe dado á 18 de setiembre alabó la traza y disposicion del de Valdeinfierno, y desaprobó la construccion del de Puentes, añadiendo la probabilidad de que algun dia reventase y causase grandes estragos; por lo que creía indispensable que se tomasen algunas precauciones.

223 El Consejo por su parte nombró por reconocedores al *Marques de Ureña*, y á *Don Pedro Angel Albizu*, Arquitectos de nombradía, de los cuales aquel informó en 18 de febrero de 93 opinando enteramente como *Ibargüen*: este al contrario elogió ambos pantanos, y opinó que los temores de su ruina eran de todo punto infundados. Apoyado

en este parecer, tomó la pluma *Robles* contra *Ureña*, y se suscitó entre ambos una disputa que no es de nuestro propósito.

224 Para comisionado pesquisidor fue nombrado *Don Domingo Antonio de Miranda*, Oidor de Granada. Llegó á Lorca en 10 de noviembre de 92, y para empezar su pesquisa recibió los papeles, que obraban en el Consejo, entre los cuales un recurso con 83 firmas. Pasaron de 50 los memoriales, que ademas se pusieron en sus manos, y ante el mismo hicieron sus alegatos los dos cabildos: y á virtud de todo hizo algunas propuestas y mandó parar las obras, si bien algunas continuaron por reclamacion de *Robles*. Este por su lado solicitó volver para alegar en su favor; y negada su pretension, entabló la de pasar á la Corte, que le fué otorgada. En ella á 30 de setiembre de 93, presentó al Consejo un escrito muy voluminoso, dividido en tres partes, que comprendía la historia de los proyectos anteriores á su comision, la exposicion de lo hecho durante la misma, y la respuesta á los cargos de que le acusaban: obra curiosa, donde se leen hechos notables y se observa el vigor con que se defendía. Prosiguió no obstante el negocio de la misma manera y con mas lentitud hasta el año de 95, en que nombrado *Miranda* Alcalde de Casa y Corte, fue á Madrid á servir su plaza. Antes ordenó nuevo reconocimiento de los pantanos por el arquitecto *Don Lorenzo Alonso*, que se conformó enteramente con los dictámenes de *Ibargüen* y de *Ureña*, añadiendo lo que había observado en ambos acerca de filtraciones de las aguas.

225 Quedó entónces la empresa á cargo de su fiscal *Don Gines Hernandez*, hombre de probidad, de conocimientos en la legislacion, y de condicion apacible; cualidades que le hacían estimado de los lorquinos. Pero *Robles*, notando que no podía dar impulso al espediente, por mas que se esforzaba, dirigió otra exposicion á *Don Manuel de Godoy* Secretario en aquel tiempo de Estado y del Despacho, y en ella resumió lo que había dicho en su informe al Consejo, mostrando la firmeza de su carácter en el teson con que sostenía su causa, y en el modo como trataba á cuantos pensaba no estar en su favor. El Corregidor de Lorca, el Comisionado pesquisidor, los Fiscales, los Consejeros, el Presidente Conde de la Cañada, el Ministro Conde de Aranda no le merecen consideracion alguna: á todos acomete, á todos hiere, á nadie perdona, sin intimidarse ni por la naturaleza de los cargos, ni por el número de sus enemigos, ni por el poder de los Ministros.

226 En fin á 3 de abril de 97 terminó el Consejo este complicadísimo y enredado asunto con una consulta en que, elogiando el celo y conocimientos de *Robles*, pedía que el Rey se diese por satisfecho de sus servicios; pero opinaba que no debía volverse á poner al frente de

la empresa. Al punto reclamó este la providencia, y despues en 31 de marzo del año siguiente hizo otra esposicion á *Don Francisco Saavedra*, Secretario de Estado, solicitando su reposicion; pero no hubo resultas. Y mas adelante, agrabándose sus achaques, se restituyó á Lorca, donde vivió como persona particular.

227 »Seguían las obras sin acaecer nada notable hasta que las copiosas lluvias de los últimos meses de 1801 y primeros de 2, llenaron por primera vez el pantano de Puentes. Esta era la prueba decisiva que se esperaba de su firmeza; y por cierto no tardaron en esparcirse voces melancólicas, que presagiaban algun funesto suceso. *Hernandez* inmediatamente mandó abrir sangraderas á uno y otro costado, una de las cuales debía empezar en primero de mayo á dar agua; mas el impulso de la laguna fué todavía mas poderoso. Ya estaba dias ántes filtrándose por todas partes, y minando la obra por el pozo viejo, cuando la víspera á las dos de la tarde acabó de romperla por aquel punto; llevóse á poco el muro que le separaba del otro, y en seguida destruyó los cimientos y se desaguó enteramente. A la reaccion que opuso la muralla, arrebató hácia atras el agua, vigas y piedras: cayó al empuje la sillería que ocupaba el medio de la fachada interior, y los escalones superiores y barandilla del mismo parage; y entónces "el gran pantano de Puentes, admiracion de los estranjeros, comparable con las maravillas de Menfis" descubriendo la flaqueza de su construccion, quedó inútil para siempre. Las aguas se precipitaron rápidas, no ya como un rio caudaloso, sinó como un mar embravecido, y llegaron á Lorca precedidas de la voz que corrió al instante, mensagera de sus primeros estragos. Apoderóse un terror general del vecindario: corrían las gentes á las montañas, huían algunos sin saber adonde, otros aturdidos se quedaban inmobles. El torrente derramándose aquí y allí con horrible estruendo, asolaba cuanto encontraba: huertos y olivares, peñas y diques, fábricas y edificios, todo era pasto de su furor. Con el bramido de las aguas impetuosas se mezclaba el ruido de los peñascos que se desgajaban, el estrépito de las casas que se arruinaban, los ayes de las personas que morían. Hubo quienes creyeron hallar defensa en los muros sólidos de alguna casa, y con ella perecieron: hubo tambien quienes, aunque en muy corto número, ó sobre una tabla ó con no ménos débil amparo tuvieron fortuna de salvar la vida. No había sinó espanto y confusion: sorprendido el ánimo, apénas daba crédito á los ojos ó á los oidos: nadie sabía qué era de su persona, ni se acordaba de su deudo mas cercano, porque la grandeza del mal embargaba el alma, y le quitaba el sentimiento. Una hora duró el paso del terrible enemigo, que en pequeño espacio dejó inumerables vestigios de su saña: y ya mas

tarde volviendo en sí los vecinos, cuando entendieron que había cesado el peligro, al ir á buscar los habitantes de la ribera, y sitios contiguos sus propios hogares, no vieron sinó ruinas y escombros. Calles enteras habían desaparecido; de muchas moradas no quedaban ni aun las señales: cubrían el suelo broza y leña, muebles destrozados, paredes deshechas, techos hundidos, cadáveres desfigurados: uno contempla aniquilada en un instante su fortuna; otro, ántes acomodado y rico, no encuentra donde recogerse: este, preguntando por los autores de su ser, los mira de allí á un momento víctimas de la inundacion; aquel, al contrario, despues de haberla llorado muerta; se siente abrazado de la hija que tiernamente amaba. No es posible referir cuanto acaeció en aquella tarde infausta, y en los dias inmediatos, dias á la verdad de amargo desconsuelo, en los cuales no se oían sinó lamentos, ni se veían sinó rostros pálidos y espantados: quienes caían en profundo abatimiento, quienes se dejaban arrebatar de la desesperacion. Y aun los mismos edificios y calles, que habían quedado intactos, infundían miedo y horror. Formóse espediente de los daños sufridos, y resultaron mas de 600 personas ahogadas y 24∂036∂075 rs. de intereses perdidos *.

228 »¡Pluguiera al cielo que á lo ménos se hubieran reparado anticipadamente tamaños perjuicios con el aumento de la poblacion y riqueza! Pero por desgracia el estado comparativo de productos acredita cuan fundadas habían sido las quejas contra el pantano. Las consechas de trigo, cebada y aceite, ramos principales de la agricultura en este pais, fueron en los 13 años anteriores al pantano de 1∂926∂750 fanegas de la primera especie, 1∂705∂375 de la segunda y 117∂971 arrobas de la tercera. En los 13 que permaneció el pantano en pie, de 1∂431∂850 fanegas de trigo, 1∂484∂350 de cebada y 102∂984 arrobas de aceite. Por lo que resultó una disminucion de 494∂900 fanegas de trigo, 221∂025 de cebada y 14∂987 arrobas de aceite. Dando al trigo el valor de 35 rs. fanega, á la cebada de 12 y á la arroba de aceite de 25, las pérdidas de la agricultura pasan de 20 millones de rs. En los 13 posteriores á la ruina se incluyen los de la guerra contra Bonaparte, tres de los cuales el 1810, 11 y 12 fué teatro de ella esta region; y los de 11 y 12 presa de una voraz epidemia. Demas de eso, es menester considerar que los olivares arrancados por el pantano y replantados, las heredades destruidas y no reparadas, los terrenos ensalobrados y no restituidos al cultivo nada podían producir. Sin embargo,

* Todo esto comprueba hasta la mayor evidencia la importancia del contenido de esta obra; una presa por nuestro sistema del libro 4.° hubiera costado ménos, hubiera sido permanente, y se hubieran evitado tan inmensas calamidades.

comparadas las cosechas y asignados los mismos valores, resulta en los últimos años un esceso de mas de 15 millones de rs., demostrándose con esto que, para Lorca, no han sido la guerra y la peste juntas, plagas tan funestas como el pantano de Puentes.

229 »El primero que feneció en aquella espantosa inundacion fué el mismo *Robles*. Estaba en una casa de campo adonde no tocó la crecida, y pudo tambien haber tomado la cuesta de un molino suyo adonde tampoco alcanzó; pero subiendo en el coche apénas tuvo noticia de la avenida, y empeñándose en volver á Lorca, fué acometido de ella, y perdió la vida, quedando su cadáver al pie de su misma hacienda. Era hombre de talento y de instruccion nada vulgar; laborioso, activo, infatigable, de mucho teson, de carácter firme, de grande expedicion para los negocios. Escribía con mas facilidad que elegancia, y sabía dar fuerza á los argumentos que presentaba. No conocía el temor, ni sabía hacer bajezas; pero en hablando, persuadía. Mostró su erudicion en varios escritos, que honran su memoria; y si mas flexible y dócil á los consejos de la esperiencia, mas apacible y político con sus paisanos, prefiriera á la empresa que acometió, alguna otra que él mismo no desconocía, útil y ventajosa; hubiera colmado de riquezas á los lorquinos, y grangeado para sí fama y honor eterno.

SECCION CUARTA.

Comparacion de las ventajas que proporcionan los tarquines respecto de los abonos vegetales y animales; discusion acerca de las utilidades ó inconvenientes de los pantanos; y modo de evitar los perjuicios que han solido acarrear.

230 »La impresion que hizo en los lorquinos el tristísimo suceso que acabo de referir, fué tan profunda, que desde entónces solo el nombre de *pantano* estremece á unos, horroriza á otros, y escita la indignacion de todos. De tres clases fueron los perjuicios que le imputaron, segun hemos visto. Decíase que detenía las aguas claras, cuando de ellas se aprovechaban los campos, para venderse mas adelante disminuidas por las filtraciones y evaporaciones; que privaba á las tierras del beneficio de los tarquines; y que por su mala construccion estaba espuesto primero á encenagarse y despues á arruinarse. Los tres puntos son de suma importancia, y por lo mismo dignos de mucha consideracion. Pero ántes que hablemos del primero y del tercero, es necesario que volvamos á poner la atencion en los tarquines.

231 »Hemos tratado de ellos como de medio eficaz para desensalobrar las tierras, y ahora debemos mirarlos como abono para fertilizarlas ó aumentar sus productos. A la verdad, habiendo dicho que no son

otra cosa que marga y tierra vegetal, se ha indicado lo suficiente para que se conozca cuan provechosos serán en los campos: y si á estos quitan la esterilidad que les acarreaba el salobre, fácil es inferir que les sirven de abono. De las margas han escrito diversos autores: y es escusado repetir aquí sus doctrinas, y los métodos que prescriben para usarlos. La tierra vegetal todos convienen en que es la mas poderosa para la vegetacion. Así que no puede quedar la menor duda de la bondad de los tarquines para abonar las heredades.

232 »Pero no se crea que son un abono como cualquiera otro, fácil de suplir por los demas que se conocen; porque fuera de ser muy difícil, por no decir imposible, acumular de estos tanta cantidad como de tarquines conducen las avenidas, llevan no pequeñas ventajas á todos, y entre ellos á los estiércoles que son los mas conocidos y buscados. Ciertamente, enviados por la naturaleza nada cuestan, sinó el pequeño gasto de componer las hazas ó lindes rotos por la crecida, y tapar los portillos que abre esta en las atochadas. No necesitan tampoco de la preparacion que los estiércoles y aun las simples margas, y disponen la tierra á producir inmediatamente. La fertilizan tanto mas, cuanto mas veces la cubren y en mayor porcion, bien al reves de los estiércoles, que pasando de cierta cantidad, son perjudiciales. No crían insectos ni otras sabandijas como estos: y léjos de comunicar á las plantas el mal sabor que contraen en las tierras embasuradas, las producen mas sustanciosas. Mantienen ademas el terreno fresco y húmedo por mucho tiempo, de suerte que aguanta mas las sequías. Por lo mismo en una tierra, recien entarquinada, se coge una buena cosecha de trigo con solo un riego por un enero, siendo así que se necesitan tres en la privada de tal beneficio. La fuerza que comunican para producir, dura mas de tres años, que es lo regular tratándose de los estiércoles. Y en fin, es mas activa y eficaz, pues sin desustanciar el campo, se logran mediante un buen cultivo, recoger en él dos cosechas de trigo y otra de cebada: y como se entarquine de nuevo, puede echarse el cuarto año nuevo sementero de trigo.

233 »Tantas utilidades era forzoso que en concepto de los Labradores lorquinos diesen muy gran valor á los tarquines. Vese claro en los precios de las tierras, que valiendo á 100 ó 200 reales fanega, cuando nunca los obtienen, se valúan á veces en 1∂, aunque sean de secano, como tengan proporcion de disfrutarlos. De cosechas aventajadas en tierras que han esperimentado este abono, podríamos citar ejemplos; y aun mucha parte del campo es testigo de esta verdad, como deudor de su feracidad á los tarquines, pero basta lo que dijimos en la primera seccion acerca de los productos conseguidos mediante ellos en los salo-

brales, á que únicamente añadirémos que en este año de 1833 aparecen lozanos, á pesar de la sequedad de marzo y de casi todo abril, los sementeros de bancales que, estériles hasta el presente, fueron al principio del otoño bañados de copiosas avenidas de aguas turbias.

234 »Estas son el medio oportuno de suministrar á las tierras tal beneficio; por lo que esplicarémos brevemente la práctica que se ha de observar en la materia. El Labrador que tiene su heredad inmediata á la vertiente de una montaña, observa cuidadoso la direccion de la misma, su mayor ó menor inclinacion, su capacidad, en suma todas las circunstancias que concurren en ella. Emprende luego el cauce natural que abren las aguas al pie del monte, y le compone para que encamine la crecida á los bancales; pero es de notar que corriendo en general impetuosas, no deben enderezarse en línea recta á los puntos que hayan de bañar, ántes bien es necesario en cuanto sea posible, ir quebrantando su fuerza con movimientos oblicuos. Así se evita que, pasando de corrida; no solo no entarquine la tierra, sinó que le arrebate la flor de la superficie, y que con el impulso que lleva cause estragos en lugar de ventajas. La abertura del cauce por donde vierte las aguas en un campo, se llama *boquera*. Es necesario tambien rebajar las eras, allanándolas de suerte que queden perfectamente horizontales, y colocadas segun el natural declivio del terreno en escalones unas respecto de otras. Hecho esto, se circuyen de atochadas, que den á las aguas la direccion conveniente, y de trecho en trecho se dejan aberturas para el tránsito de ellas de uno á otro bancal, cosa preferible á la de cerrar todos los portillos: porque entónces la fuerza del torrente, al abrirlos, suele estropear las heredades. Mas cuando la gravedad le conduce de los lugares altos á los bajos, no es menester mas que disponer por aquella parte las atochadas en términos que faciliten su caida. El agua, pues, ni ha de correr sin detenerse un momento en la tierra, ni embalsarse como si se quisiera formar una laguna: lo que tambien es dañoso á las plantas. Basta para el intento, que las atochadas en las lindes tengan unas 6 pulgadas de elevacion; porque de esta manera, lo que escede de la altura señalada, se derrama en el terreno inmediato; y lo demas, pronto lo embebe la tierra. Cuando el sitio es tal, que las crecidas han de venir con brio, tanto por la masa de aguas que reunen, cuanto por la cuesta que formen las heredades; ha de mirarse como indispensable reforzar bien las lindes, haciendo atochadas de media vara ó tres palmos de ancho bien apisonadas. Las maestras ó principales, construidas en forma de parapeto con escarpa á uno y otro lado, y en la parte superior con mas ó ménos inclinacion para proporcionar mas suave descenso á los derrames de la avenida, deben tener vara y media ó 2 varas

de ancho. Escusado es advertir que al fin de las heredades haya un cauce ancho y profundo para llevar fuera los sobrantes.

235 »No obstante estas precauciones, frecuentemente las crecidas rompen las lindes, y desviándose entónces del curso que se les indicaba, frustran los designios del Labrador. Por este motivo, el que de suyo es industrioso y diligente, no bien oye el estampido de los truenos y el aguacero, que obliga á los medrosos á esconderse en sus moradas, ó á lo ménos á guarecerse bajo cubierto, monta á caballo y acompañado de los mozos vuela al campo, donde sigue con la vista el curso de los arroyos, y acude con presteza á donde la necesidad le llama. En aquella ocasion, si carga el agua con fuerza por algun sitio, manda abrir un portillo para darle salida: si esta la buscó por donde perjudicaba á la heredad, manda inmediatamente cerrarle el paso: ya la dirige á un punto, ya hácia otro; ya reduce sus límites, ya los ensancha, insensible á la lluvia y al granizo, sereno entre deshecha tempestad. Yo he presenciado alguna vez estas operaciones, y confieso no haber espectáculo mas sublime que el que entónces ostenta la naturaleza, cuando al recorrer con los ojos inmensa llanura, se ve á poco tiempo convertida en un mar espumoso, cuyo rumor junto con el eco de los terrenos, se estiende á lejanas distancias. De estas inundaciones, unas son muy pasageras, otras duran á veces dias enteros. Luego que han pasado, repite el Labrador la visita para remediar lo mas urgente, y para notar el curso que ha llevado con todas las demas particularidades que convenga tener presentes en lo sucesivo. Al cabo de algunos dias, cuando puede la tierra *entrarse*, como dicen, se prosiguen las labores, y al mismo tiempo se reponen las atochadas, ó se hacen de nuevo, conforme fuere oportuno.

236 »Grande es entónces el regocijo del Labrador al mirar su tierra perfectamente entarquinada. Pero cuanta solicitud deba poner en beneficiar su tierra con tàrquines de avenidas, con tanto cuidado debe evitar que entren en ella los estadizos. Hemos dicho en la primera seccion, que detenidos se precipitan y consolidan, lo cual se verifica principalmente en las margas. Por lo que hace á la tierra vegetal, se altera, se corrompe y pierde enteramente su buena calidad. Múdase en una verdadera lejía, que abrasa los sementeros y estropéa considerablemente las tierras. Esta es una verdad bien conocida de los agrónomos: y el que de ella conciba alguna duda, consulte á *Herrera*, á *Duhamel*, á *Rozier*, ó á nuestro *Arias*, que vale pór todos. Aun el cieno de los rios es menester, como enseña *Duhamel*, dejarle al aire libre mucho tiempo para emplearle con ventaja como abono. Por este motivo, cuando se limpia el pantano de Alicante, se avisa con anticipacion para que se prevengan los cultivadores inmediatos, y se conduce al mar el

cieno estraido; habiéndose observado que si por casualidad se introduce en las tierras, las llega á esterilizar; y así se dan prisa en tal caso á sacarle con espuertas, y á esparcirle por los caminos.

237 »A vista de aquellas utilidades y de estos perjuicios, preguntarémos ahora: ¿Es útil detener las avenidas? ¿Son útiles los pantanos? He aquí la cuestion que hace mas de 200 años se está ventilando en Lorca, y para algunos no está todavía resuelta. Mas para proceder con acierto, preguntarémos ántes: ¿Qué se entiende por pantanos? Si prescindiendo de todo lo demas, decimos que son depósitos de aguas guardadas para que no se vayan al mar, y se aprovechen en sazon oportuna para las tierras, nada mas útil. Con ellos se asegurarán las cosechas, que en climas áridos se malogran por la escasez de lluvias. De este modo prospera la huerta de Alicante, la de Huesca, quizá las de otras partes. Convendrémos entónces en que cuando las tierras por su buena calidad intrínseca no tienen absoluta necesidad de tarquines, cuando por su corta estension puede suplirse la falta de ellos con estiércoles ú otros abonos; si por otra parte la sequedad de la estacion se burla de los esfuerzos del Labrador, y paga los sudores del mismo agostando sus sementeros, es menester apelar al remedio principal, levantando un dique que contenga las aguas intempestivas para llevarlas á la tierra mas adelante y socorrerla.

238 »Pero si el terreno, por su grande estension, no puede beneficiarse de otra manera, con mas razon si por su mala calidad deja de producir al verse privado de ellos; ¿cómo dudar de que represadas las aguas, léjos de acarrear ventaja, son inútiles para campos á quienes dejan estériles? No está privada de dar fruto la tierra entarquinada, aunque sea de secano, y por cierto rara vez se queda sin cosecha; pero la ensalobrada, con riego ó sin riego, con lluvias ó sin lluvias, jamas responde al trabajo que en ella se empléa, negada enteramente á suministrar á las plantas el jugo que mantiene la vida. Esto sucedió en Lorca, esto clamaban los lorquinos, esto desvaneció los argumentos contrarios. No lo desconoció *Robles*, y por tanto pretendía que el pantano los dejase pasar por los grifones; y así lo aseguraba de palabra y por escrito, y aun estatuía que en tiempo de inundaciones saliesen hasta 500 hilas. Pero los grifones no permitían la salida mas que á la porcion de agua que cabía por ellos: la restante había de quedar embalsada; y entónces ¿qué remedio? Decíase que no eran absolutamente necesarios para las tierras; y las tierras sin ellos se ensalobraban. Cundía el mal, y se esteudió tanto, que al tiempo de deshacerse la presa, iban ya ensalobradas 102 fanegas de tierra, y entre ellas las de partidos que nunca lo habían estado. Echábase la culpa del salobre á la

desidia: inculcábase que se labrase bien y aun se cavase: poníanse ejemplos, y los ejemplos no se veían. Repita la prueba el que quiera; y si la razon no le convence de que una roca salina será roca salina, por mas que se cave y se desmenuce, porque la division mecánica y aun la reduccion á polvo no cambia la naturaleza de un mineral; no tardará en desengañarle la esperiencia. Suponíase tambien que los tarquines arrastrados, al desenrunarse los pantanos, restituirían la fertilidad, que al pronto quitaban á la tierra: y ni los pantanos se desenrunaban, ni los tarquines muertos servirían mas que para aumentar el daño.

239 »Gravísimo mal es el de contenerlos, cuando es necesario que se derramen para fecundar los campos; y en circunstancias como las que se proponen, solo se deben reprimir aquellas avenidas de que nadie se aprovecha, aquellas que los dueños alejan de sus haciendas en vez de traerlas á ellas. Pero, ¿cómo se dejarán pasar unas y no otras? Porque si el pantano se construye de modo que conceda el paso á las útiles, parece que no podrá negarle á las inútiles; y entónces no detendrá ningunas. Consultado este punto con nuestro digno Maestro *Don Antonio Sandalio de Arias*, opinó que se construyesen dos presas, una al principio, otra al fin de la laguna. La primera debería abrir paso á las avenidas, que se quisiesen detener, y no á las otras, cerrándose las compuertas, en cuyo caso se derramarían por sangraderas laterales sobre los campos. Tal vez convendría sustituir á la primera presa un malecon de tierra suficiente para resistir al impulso de las crecidas, pero que fácilmente pudiera deshacerse y rehacerse segun las circunstancias: porque es fácil suponer que construida una presa de obra, y echadas las compuertas, si contra ella embistiese el torrente, acumularía allí tal cantidad de arena y de tarquin, que imposibilitaría su curso.

240 »No ménos digno de reparo es el caso en que el pantano se hubiese de hacer en sitio por donde corriesen aguas claras, empleadas en el riego de los campos. A la verdad, si estas perteneciesen á un particular ó á una compañía, podría inducírseles á ahorrar cuanto pudiesen este precioso líquido, reservándole en depósitos artificiales para tiempos de escasez. Pero no se ha de discurrir así respecto de un pueblo entero, y mucho ménos toca ejecutarlo á quien ejerce la autoridad. Es regla bien sabida que en lo que versa sobre intereses pecuniarios, es menester dejar á cada uno que maneje los suyos como quiera: porque nadie lo hará seguramerte de un modo que le afiance mayores ganancias. Ni obtendrá mas que la ruina de un ramo de industria el Gobernador que intente administrarle, considerando á los súbditos como á pupilos de menor edad, que necesitan de su tutela. Sin embargo, esto mismo vino *Robles* á hacer, cuando detuvo las aguas, que llamaba *supercre-*

cientes, por cuyo uso cobraba despues el dinero en pública subasta, no por via de venta, decía sinó como retribucion á S. M. por la comodidad de regar á tiempo. ¡Gracioso argumento! ¿Pero no regaban ántes? ¿y tal riego no indicaba que servían para las tierras cuando él las represaba? No eran, contestaba, absolutamente necesarias, y así luego faltaban para los frutos de verano. ¿Con qué nada importaba que se perdiese el trigo ó el aceite, con tal que hubiese despues melones ó calabazas? había tambien maiz. ¿Y no le había ántes? ¿y no le hay ahora? ¿y de todas maneras, la cosecha de maiz, en este término, debía llamar la atencion mas que la del trigo? Fuera de que este aumento de frutos de verano era mas ponderado que real y efectivo. Así que, la razon alegada por el comisionado no era la mas propia de su talento, y mas bien parecía sugerida por quienes hubiesen inventado las posturas, los gremios y otros absurdos de la edad media: trabas injuriosas, que envilecen á los que las experimentan, atan las manos á la industria y empobreciendo á los particulares, empobrecen el Estado.

241 »Mas aunque quisiera darse algun valor á tal discurso, fuera conveniente no olvidar que el aumento de las aguas perennes, en el invierno, no tanto proviene de las lluvias, cuanto de bajar á esta jurisdicion las del rio de Velez; porque los moradores de aquella villa solo las empléan para los frutos de verano. Y en nuestra huerta y campo son tan importantes los riegos de invierno, que casi aseguran las cosechas: y de ahí sin duda provino la queja, que en tiempos pasados dió el Concejo, porque los de Velez no dejaban venir el agua de su rio, luego que había pasado la estacion en que ellos la usaban; y á virtud de lo cual expidieron los Reyes Católicos un privilegio en Barcelona á 9 de julio de 1493 para que no se impidiese correr el rio hácia este parage, despues de haber regado los de Velez con él sus tierras, con el fin de que los lorquinos le aprovechasen en sus panes. No era por tanto de estrañar que se suscitasen tantas dificultades y contiendas, tantos y tan acalorados debates, en los cuales los perjuicios positivos y la decadencia de la Agricultura no podían subsanarse con sutilezas de derecho, ni con distinciones poco seguras.

242 »Quede pues sentado, que donde haya aguas corrientes, usadas por los naturales del pais con el fin de regar la tierra, no deben detenerse so pretesto de guardarlas para mejor coyuntura. Y aun cuanpo positivamente sobraren; si el terreno permite proporcionarles salida para otro punto donde sirvan, es preferible sin duda este medio al de estancarlas, ya por ménos costoso, ya por mas aventajado. Y esto no debió tampoco desatenderse en Lorca, de donde pasa el agua á Totana para hacer el mismo beneficio.

ta el de 1817 en que bajo la Superintendencia de *Don Pedro de la Puente* se repararon ó construyeron de nuevo las obras, dirigiéndolas el Coronel de Ingenieros *Don Antonio Prat*; el cual varió el plan antiguo respecto de la presa subterránea, é hizo en su lugar otra con tanto acierto, que habiendo acaecido despues grandes avenidas, y entre ellas dos furiosas en 3 de setiembre de 1830 y 18 de octubre de 1831 que lo destruyeron todo; la respetaron sin que un instante hayan cesado de fluir los caños las mismas hilas que anteriormente.

250 »Pueden hacerse tambien presas semejantes en haciendas particulares; y para instruccion de todos, darémos una idéa del modo como se ejecutan. Por lo regular, si atraviesa el torrente oculto algun banco de piedra, se construye delante de él; mas de todas maneras, es necesario buscar sitio con apoyos firmes, donde no tenga el agua que caminar mucho, y donde se recoja la mayor cantidad de ella; y empezar con una nivelacion exacta para que el menor embalse proporcione caida suficiente, desde cuyo punto se lleve al que se deséa. Hecho esto, se edifican dos muros á una vara uno de otro ó mas ó ménos, segun la cantidad de agua, paralelos entre sí, y oblicuos al torrente, cuidando de poner el ángulo agudo hacia la salida del líquido para la cañería, y en la parte opuesta el obtuso. El muro inferior de mampostería se embetuna y apoya por detras en un macizo de arcilla de su altura. El otro mas grueso se ordena y coloca de suerte que sirva de filtro á las aguas, las cuales entran entónces en el conducto, que ambos forman, y que se cubre con una bóveda de medio punto. El estrados de esta se cubre tambien con dos pies de arena de la solera natural del torrente. La cañería comenzada en el ángulo agudo se hace de ladrillo, canales de piedra ó de barro, arcaduces, que es lo ménos bueno, segun el pais: mas si se hace en un rio, se convertirá en una mina de mampostería y buena solera.

251 »Mas sencillas, aunque ménos seguras son las *Iluminaciones de aguas*; cuyo nombre se da á las excavaciones mas ó ménos profundas, que se hacen para buscar aguas ocultas. La empresa mas notable de este género es la que se acometió en los ojos de Luchena, donde se creía pasar por debajo de tierra mucha mayor cantidad que la que aparece á la vista. La primera tentativa se hizo en 1680; interrumpióse despues, repitiéronse mas adelante en varias ocasiones; pero siempre fueron infructuosas. La última se ejecutó en 1817; pero habiendo demostrado *Prat* evidentemente que no solo no había aumento, sinó riesgo de que se estraviase la perenne, se suspendió todo al instante.

»Con mejor éxito á la verdad se ha trabajado y trabaja todos los dias en haciendas particulares, de las cuales muchas se riegan con

agua propia, que viene de fuentecillas encontradas de esta manera. La mejor seña de todas para buscarla, es ver en el terreno plantas de las que se crian en sitios muy húmedos como juncos &c. Entónces se cava aquí y allí abriendo pozos hasta encontrar el agua. Déjase el pozo una temporada para cerciorarse de que no mengua, y despues se abre una zanja, que sirve de acequia para llevar el agua desde su nacimiento, siguiendo la direccion de los veneros para aprovechar los que se puedan hasta el parage mas á propósito para hacer una balsa ó estanque rectangular ó circular, donde se deposita. De la cantidad de agua pende la capacidad del estanque, bastando que en un tiempo ó estacion media sea capaz de llenarse al cabo de 36 horas. Así se reune toda la que se necesita para dar un buen riego y gana en calidad permaneciendo todo aquel tiempo al aire libre.

252 »Si estuviere profunda y hubiere porcion de ella, se labra sobre el pozo un brocal, y por medio de una noria, artefacto bien conocido, se saca y se conduce á una balsa, que se abre no léjos de allí. En uno y otro caso llena la balsa, por un agujero circular hecho al pie, se estrae para las acequias que la llevan á las tierras para su riego.

253 »Cuando tierras y aguas son de un dueño, distribuye los riegos como mejor le parece; pero si pertenecieren á diferentes, y con mas motivo cuando las aguas fueren de unos y las tierras de otros, es necesario establecer ante todo ciertas reglas. Tal es el caso de Lorca con las aguas del rio: por lo que para completar la explicacion, que de estos riegos vamos dando, indicarémos ahora como se hace esta distribucion.

254 »El rio de Lorca se compone principalmente de los sobrantes del de Velez acrecentados con lo que fluyen los ojos de Luchena, y los arroyos de Tirieza y de Turrillas. Todo el regadío, que abraza hasta unas 400 fanegas, de á 40 varas cuadradas, se divide en 3 grandes heredamientos, á saber, Alcalá y Sutullena, Tercia y Albacete. El agua se regula por la empresa en tiempos medios en 12 palmos cuadrados de perfil, siendo por tanto cada uno de 81 pulgadas cuadradas, á que deben añadirse otro por la fuente del Oro, y medio por los sobrantes de la Zarzadilla. La velocidad de la capa superior en el parage de la medicion es de 175 á 180 pies por minuto. Corre por su álveo natural hasta cosa de tres cuartos de legua de la ciudad, donde corta su curso una traviesa llamada *Toma*, hecha de arena, atocha y á veces cañas de maiz, y le dirige por la orilla derecha á una mina, de la que vuelve luego á salir á cielo descubierto. A un cuarto de legua de la Toma, en el partido de la *Mina* ó de la *Cabeza*, se divide en 2 brazales, uno de los cuales lleva la mitad que el otro, ó 4 palmos cuadrados de agua. Poco ántes de llegar allí es el sitio donde se suele medir la del rio. El brazal me-

nor, que es el de Alcalá y Sutullena solo debía en rigor llevar palmo y medio ó la octava parte, porque esta es su dotacion: pero la Empresa comenzó á darle la tercera y así prosigue.

255 »El partidor consiste en un muro con su tajamar, que divide las dos acequias principales, teniendo cada una por solera una *mesa* ó escalon de sillería perfectamente á nivel, y asimismo niveladas entre sí. El agua de Alcalá y Sutullena vuelve á dividirse en dos partes iguales en el partidor de la calle de los Pozos: una para devolverla á Albacete, á quien pertenece; y otra para Sutullena y Alberquilla, que por lo visto perciben $\frac{1}{6}$ del total. Tiene esta acequia obras muy notables, puentes, acueductos, minas: mas en cuanto á los riegos, se subdivide únicamente en brazal alto y bajo; y ambos suministran el agua á las boqueras de los particulares,

256 »El agua, que seguía el brazal mayor ó de la izquierda desde el partidor de la Cabeza, vuelve á la caja del rio: y caminando próximamente al este, y pasando entre la ciudad y el arrabal de San Cristobal, dejada atras aquella, y al lado de este, junto á la casa de los Tablachos, en el partidor de Tercia se subdivide en dos porciones, de las cuales una que contiene $\frac{1}{3}$ del agua que toca en aquel punto ó los $\frac{2}{3}$ del total, va por el puente de los Tablachos á la acequia de Tercia y vuelve á dividirse en cantidades que varían de un dia para otro en los brazales de Almazaras, acequia Vieja, Palmazas y Churra, canal de San Julian y del molino de la Sierra, y despues en otros subalternos.

257 »La restante, esto es, los $\frac{2}{3}$ del agua que llega á Tercia, ó los $\frac{4}{9}$ del total, que unidos á $\frac{1}{6}$ que vuelve de Alcalá y Sutullena, componen $\frac{11}{18}$ ó cerca de $\frac{2}{3}$ de este mismo total, acrecentados ademas con la fuente del Oro y la Zarzadilla y los sobrantes de los otros heredamientos, gira hacia el sur para regar el heredamiento de Albacete. En el sitio de los Tres-Puentes continúa parte del agua la misma direccion por la Rambla; y la demas torciendo de nuevo al este, se distribuye en los brazales hacia el sureste de la Bóveda y la Hila del Real á la derecha; y hácia el este de la Pulgara, Marchena, la Veintena, Cazalla y Tamarchete á la izquierda, desde los cuales se subdivide en otros muchos, que es ocioso referir.

258 »Los partidores de los nombrados en Tercia y Albacete están á cargo de los fieles, que paga la Empresa: los demas al de los mismos Labradores regantes: y todos tienen sus mesas en perfecto nivel entre sí. Los primeros ó principales de todos se han acomodado al terreno, donde se han colocado; pero los otros toman agua ó de frente ó de costado; y de ahí la desigualdad respecto de las cantidades, que de unas mismas aguas deben tomar.

SECCION SESTA.

»*Especificacion del modo de ejecutar la division de las aguas, que ha de preceder al acto de regar; é indicacion de los datos que deben tenerse presentes para que la division se haga con exactitud.*

259 »Para entender el modo como en todos ellos se distribuye el agua, y el motivo de no llevar siempre una misma porcion, debemos explicar algo mas extensamente de lo que ántes lo hicimos, cuanto pertenece á los cuartos é hilas, al alporchon y á los jariques.

260 »Segun el primitivo repartimiento de Don Alonso *el Sabio*, se dividía el rio, ó por mejor decir, su seccion vertical en 24 porciones iguales, cuyo perfil por lo dicho tenía ½ palmo cuadrado ó 40½ pulgadas. Esta es la hila real de Lorca, la cual se supone caminar con la velocidad de 150 pies por minuto. Esta es asimismo la hila de Alcalá y Sutullena, cuando el rio lleva los 12 palmos de agua que hemos indicado; pero en Tercia y Albacete es mucho menor, por las sisas que en ellas se han hecho para introducir las hilas imaginarias, añadidas en diferentes ocasiones, cuyo valor se aplica principalmente á los gastos de propios. Una corta estension de terreno, y señaladamente 40 ó 50 fanegas, llamadas los *Reales*, tienen dotacion particular de agua, con la cual riegan gratuitamente de cierto en cierto tiempo: y este turno es lo que en general se entiende con el nombre de *tanda*. La de los Reales, por ejemplo, es de una hila diaria. Mas en lo restante del regadío no sucede así. Supónese sin embargo que al principio toda el agua estaba entandada entre ciertos partidos, como sucede aun ahora en las huertas de Murcia, de Orihuela, de Valencia y otras partes: pero con el tiempo hubieron de conocer la ventaja de separar las tierras de las aguas, vendiendo el aprovechamiento diario de estas á las personas que las solicitasen, á fin de que no regándose sinó en caso de absoluta necesidad, y con solo el agua que bastase, alcanzase el regadío á la mayor extension posible de terreno.

261 »Para comprender esto bien, debemos recordar que en la cantidad de agua que se haya de suministrar y en el número de riegos que se hayan de dar á cada tierra, influyen la calidad de ésta, las labores, la semilla que se cultiva, la porcion de líquido que lleva el rio, la estacion y las lluvias que hayan sobrevenido: de suerte que, comparados todos los bancales entre sí, apenas se encontrarán dos que reunan en igual grado las mismas circunstancias; y lo mismo podemos decir hablando de uno solo en diferentes tiempos. ¿Qué turno, pues, qué tanda se establecerá en ellos? Es necesario que á veces ó sobre ó falte para todos; y en algun caso en que este ó aquel bancal tengan lo suficiente, á los demas faltará ó sobrará. Si falta, de nada le sirve la tanda, si

sobra, no por eso cederá el Labrador al vecino el agua, á no ser cuando ninguna utilidad absolutamente espere de ella; y entónces es probable que tampoco el otro la necesite. Así, para establecer tandas, es preciso que se cuente con un caudal de agua superior al suficiente para el regadío del terreno de que se trate, con lo que habrá seguridad de no faltar nunca á heredad alguna la necesaria. Esto sucede en Murcia donde al Segura, despues de regar su huerta, todavía sobra caudal para regar la de Orihuela; pero no en Lorca, que sólo tiene á su disposicion 13 palmos y medio de agua. Si se entandase, apenas daría los riegos precisos á 6 ó cuando mas á 8000 fanegas, esto es, á la quinta parte de lo que ahora riega. Mas ¿cómo se remedia esto? Con el método actual, en cuyo elogio basta decir que abrazan los riegos mas superficie que la contenida en la bella y frondosa huerta de Murcia.

262 »He aquí en sustancia á lo que se reduce. Todos los dias por la mañana se celebra el alporchon ó venta de aguas en el edificio, que por su destino ha recibido el mismo nombre. Preside el acto el Juez de aguas, y el pregonero va publicando una á una todas las hilas de los heredamientos. Estas se venden por tiempo determinado, que en la Alberquilla y Sutullena es de $\frac{5}{4}$ de hora, divididas todas las aguas de su dotacion durante las 24 de un dia en 19 *cuartos*, entre los cuales se reparten los 15 minutos sobrantes, por reputarse consumidos en cortar, tomar &c. el agua de regante á regante. En Tercia y Albacete la hila se divide únicamente en *dia y noche*, contándose aquel de sol á sol y esta desde la postura del mismo hasta su salida; de donde resulta que excepto en los equinocios, las dos porciones son desiguales. El dia y noche juntos ó la hila durante las 24 horas se llama *Casa*. La venta se hace bajo los términos insinuados para el riego de 24 horas que han de comenzar el dia siguiente al salir el sol. El precio mínimo de cada cuarto es de 2 rs. vellon, y de cada dia ó noche, de 5. El que quiere hace la postura, y los demas licitadores pujan por reales, rematándose cada cuarto, dia y noche en el mejor postor. No hay precio máximo señalado; pero los valores de los frutos designan tácitamente un término, fuera del cual nadie se atreve á pasar. Así, cuando los granos se vendían con estimacion, hubo vez de pagarse la hila á 20 duros; pero en el dia en que la excesiva baratura ha contribuido poderosamente á dar en tierra con la balanza, se mira como precio exhorbitante el de 100 rs.

263 »Dejemos á un lado la capciosa cuestion sobre el orígen de esta venta, y sobre los derechos de los dueños de tandas; porque no pertenece á este género de escritos ventilarla. Cese tambien la impertinente declamacion de los que sin ser Labradores, ni haber profundizado la

materia, pretenden que con tal venta se arruina la Agricultura. Arruinaríase con las tandas; porque mas de las tres cuartas partes del regadío quedarían de secano; no con las ventas que proporcionan á las tierras el socorro que necesitan para dar colmados frutos. A nadie se precisa á concurrir al alporchon, á nadie se pide mas de 2 rs. por cuarto y 5 por dia ó noche, y aun estos precios los fijó la Empresa, subiéndolas hasta tal punto de 2 mrs., que era el mínimo antiguo.

264 »No obstante, creyó triunfar uno en cierta ocasion diciéndome que la subasta se parecía á la que hiciese alguno, presentando un vaso de agua á varias personas, que estuviesen rabiando de sed, y ofreciéndole á quien mas se le pagase. No reparó mi antagonista en que el vaso, de que hablaba, era absolutamente necesario para la vida, que vale mas que los tesoros de Creso, y que nada tiene que ver con tal apuro el de los campos de Lorca. Porque miéntras vienen muchos al alporchon, muchos por otra parte no concurren, porque sembraron en secano, y tal sementero no hicieran si la esperiencia no les hubiera demostrado que comparados todos los años entre sí, obtenían por este medio los productos que buscaban. No es pues absolutamente necesaria el agua para el riego, y solo debe mirarse el dinero invertido en ella como un avance para lograr despues mayor ganancia. Por tanto, el Labrador ántes de comprarla, enseñado por la esperiencia, calcula no solo la cantidad de líquido, que hace falta á su heredad, sinó el gasto que deberá hacer para no perder. Sobre tales fundamentos hace la postura y las pujas; y entónces no el que paga el agua, sinó el que se queda sin ella es el que pierde. Es como un juego donde gana el primero que llega al término señalado.

265 »Hechos los remates, pasan los Labradores á pagar los precios de las aguas en la Tesorería de la Empresa con las formalidades de estilo: y esta oficina los entrega de 3 en 3 meses á los dueños, mediante testimonio que dan los fieles de tandas.

266 »Al mismo tiempo se entrega á los fieles de los partidores la nota correspondiente, para que hagan la distribucion en los brazales. Y como los sobrantes de los primeros heredamientos van al tercero, y en todos ellos tampoco los brazales tienen dotacion señalada; cada dia y cada noche varía la porcion que debe llevar cada uno. Para echarles pues el agua que les toque, se usa de este medio. Delante de los tajamares hay unos sillares en forma de paralepípedos, bien sentados en sus cimientos, que insisten sobre las mesas, y tienen de alto cerca de una vara. De uno á otro se arma el telar, que entra en una caja abierta en ellos, sujetándose por un lado con cadenas, y que consta de dos alfagías (aquí las llaman *colañas*), sujetas tambien en sus estremos y aun en su cen-

tro por tornillos, que atravesándolas y juntamente á dos tarugos, uno por cada parte, las mantienen á una pulgada de distancia una de otra. Por este hueco entran, penetrando hasta una canal hecha en la mesa, los *padrones* ó tablas de un palmo de ancho, y de la altura del telar, que tienen en la parte superior cada una su manija, un alacran de fierro y cadena con otro en el otro estremo, que se clava en la alfagía. Cuando viene crecida, todo se desarma y sobrenada sin perderse. Mas cuando se distribuyen las aguas con medida, el fiel quita ó pone padrones hasta el número suficiente para que pase el agua designada, midiendo en caso necesario la altura á que esta se eleva y su ancho, operacion que hace muchas veces á ojo. Al salir el sol y al ponerse debe estar ya todo corriente: por lo que habiéndose de ejecutar en varios brazales, empiezan á maniobrar con alguna anticipacion. El fiel de Albacete, por ejemplo, sabe que yendo media hora ántes á arreglar el partidor de la Rambla, que es el primero de los que están á su cargo, estará á la de salir ó ponerse el sol arreglado el de Tamarchete que es el último.

267 »Los Labradores, hechos los pagos, se juntan en seguida para los jariques ó distribucion del agua en los brazales subalternos y en sus respectivas heredades. En aquellos se distribuye por lo comun sin otra regla que la mera práctica: en estas, hablando en rigor, deberían regar todos á un tiempo cada uno con la porcion que ha comprado. Pero como esto ofrecería continuas y graves dificultades, se sigue el método de regar sucesivamente, aprovechando cada regante toda el agua, y cediendo en tiempo lo que gana en líquido: con lo cual el riego es por otra parte mas pronto, abundante y seguro. Por este motivo, el que sabe cuidar bien de sus intereses, ántes de comprar agua, procura ponerse de acuerdo con los que han de regar por el mismo brazal, para que uniéndose todos, vaya por él la mayor cantidad de agua que sea posible. A fin de que se comprenda mejor este mecanismo, pondrémos un ejemplo. Supongamos que en el brazal de Roche, uno de los que salen del de Marchena, 4 Labradores *A*, *B*, *C* y *D* van á regar el dia 7 de enero. *A* lleva 3 casas y 2 dias; *B*, 3 dias; *C*, 2 noches, y *D* un dia. Aparece pues que durante el dia irán por el brazal 9 hilas, y durante la noche 5. Luego *A* tiene de dia $\frac{5}{9}$ y de noche $\frac{3}{5}$ de toda el agua: *B* de dia $\frac{3}{9}=\frac{1}{3}$, *C* de noche $\frac{2}{5}$ y *D* de dia $\frac{1}{9}$. Por esta razon, compensándose el agua con el tiempo, ya que el dia 7 de enero se regula tener 9 horas y cuarto, *A* regará mientras el sol esté sobre el horizonte, $5^h\ 8'\ 20''$, que son los los $\frac{5}{9}$ de $9\frac{1}{4}$ horas, *B* $3^h\ 5'$, que es $\frac{1}{3}$ del mismo espacio de tiempo; y *D* $1^h\ 1'\ 40''$, que es $\frac{1}{9}$ del propio: y por la noche, que habrá de durar 14 horas y 3 cuartos, *A* regará $8^h\ 51'$, y *C* $5^h\ 54'$, que son relativamente los $\frac{3}{5}$ y $\frac{2}{5}$ de $14\frac{3}{4}$ horas. Su-

poniendo ahora que las heredades estén en el mismo órden que se han nombrado los regantes, debe *A* comenzar; pero para no interrumpir su riego cederá la vez á los otros 2; y así entrará *B* al salir el sol ó á las 7^h $22'$ $30''$ de la mañana. *D* atajará á las 10^h $27'$ $30''$, *A* á las 11^h $29'$ $10''$ y *C* á la 1^h $28'$ $30''$ de la noche. Cuando dos ó mas han comprado casas, alguno de ellos tendrá que interrumpir su riego; pero lo regular es que todos se avengan y cambien las horas diurnas por las nocturnas, y al contrario, teniendo entónces tambien en consideracion el agua que vaya por el brazal. Demos que en el ejemplo antecedente haya convenido *D* con los demas en regar de noche. Como él ha comprado 1 dia, esto es, 1 hila para regar $9\frac{1}{4}$ horas, y como en la noche conducirá el brazal 5 hilas; se deduce que deberá regar $\frac{1}{5}$ de $9\frac{1}{4}$ horas, ó durante 1^h $51'$. Si por casualidad á un regante sobra ó falta agua, se compone con el vecino, y le cede ó toma el agua bajo las condiciones que estipulan. Para arreglar los cómputos del tiempo se valen de relojes de arena, de que siempre van provistos.

268 »Inútil sería y prolijo ademas referir todas las reglas establecidas para los riegos, puesto que en sí no deja de ser curiosa la historia de ellos. Su administracion estuvo á cargo del Ayuntamiento hasta que *Robles* la trasladó á la Empresa, donde continúa. Formó entónces nueva ordenanza, reformando en parte la antigua, y corrigiendo varios abusos, que con el curso del tiempo se habían introducido.

269 »A pesar de las precauciones adoptadas y de la práctica de estas gentes, es necesario confesar que el método bajo que se distribuyen las aguas dista todavía mucho de la perfeccion. El mayor ó menor ángulo que forman los brazales al tomar el agua, influye sobremanera en la cantidad de esta, y en la velocidad con que ha de caminar. Ni debía perderse de vista que la amplitud de aquellos, la altura del agua, el desnivel del terreno y el rozamiento no son tampoco indiferentes. Para evitar en parte los perjuicios que de ahí se siguen, opina *Don Eugenio Fourdinier* que los partidores debían tener planta circular, la acequia en su entrada una mesa de piedra bien nivelada, el fondo del partidor pie y medio mas bajo que esta, y las acequias por donde se distribuyese el agua mesas niveladas unas con otras; que estas se colocasen mas altas que el fondo del partidor y mas bajas que las que le suministra las aguas; que ningun brazal ó acequia tomase de frente á la que alimenta el partidor; y en fin, que las de distribucion formasen con la línea del centro de su direccion y la prolongacion de la del eje ó centro de la de alimento, un mismo ángulo. A esto sería conveniente añadir que el brazal al principio y por espacio de unas 100 varas no tuviese desnivel alguno, se abriese en forma de prisma trape-

cial tendido sobre la casa, que termina en las bases menores de los trapecios, y se pusiese al fin del trozo una escala en que se graduase la cantidad del agua por las alturas á que subiese. De esta manera, la vista de la escala avisaría si se había echado el agua debida ó mas ó ménos: y calando entónces ó levantando padrones, se aseguraría la exactitud del repartimiento. Entretanto es preciso que todo lo supla la esperiencia de los fieles y de los Labradores, algunos de los cuales ciertamente obran con tino singular.

270 »Mucho á la verdad se necesita para la práctica de los riegos en todas sus partes, para la formacion de las atochadas y operaciones que dirijan las aguas turbias á las tierras, para darles del modo conveniente los riegos oportunos con aguas claras: y es forzoso que el Labrador esté tambien dotado de laboriosidad infatigable. Así, á pesar de la tacha de indolentes, que nos imputan los estranjeros, no negaré yo nunca el tributo de mis elogios á los que se han distinguido por sus conocimientos y por su amor al trabajo. Han dejado memoria en este campo *Pedro Gomez de la Fuente*, *Domingo Segura*, *Pedro Gonzalez*, *Juan Ramon Salinas*, *Juan Antonio de Salas*, *Don Cristobal de Moya*, *Juan Carrillo*, y otros varios por su esmero en el cultivo de la tierra, por su acierto en saber beneficiarla y regarla. Esta les ha pagado con abundantes cosechas; y su ejemplo ha servido de estímulo á muchos que aun viven, que no desmerecen nada de sus antecesores, que en la misma quietud de su vida pacífica y en la estimacion de sus paisanos, gozan de un premio superior á cuantos ha inventado la fortuna para lisonjear la vanidad de los corazones ambiciosos.

271 »No es posible tampoco esplicar todo lo que ellos han tenido que aprender para sobresalir en su arte, ni lo permite la naturaleza de este escrito. He procurado sin embargo decir lo suficiente para que se forme idéa clara de estos riegos, apuntando de qué se componen los tarquines, los efectos de su represa, los principios constitutivos del salobre que esteriliza las tierras, y los remedios que se les pueden proporcionar, la importancia de los riegos, el valor que dan á la tierra, el modo de suministrarlos, las cuestiones á que dan lugar, y los datos necesarios para resolverlos. Las ventajas que acarréan, han dado orígen á los diversos proyectos, que se han formado para aumentarlos: y de aquí el de los ojos de Archivel y el del canal de Huescar, sin que deba omitirse tampoco el del agua de la Zarzadilla. La idéa de conservar las que se pierden, para aprovecharlas en tiempos de escasez, ha producido el de los pantanos, cuya historia he referido mas á la larga, desde que tuvo principio hasta la terrible inundacion ocasionada por la mina del de Puentes. He considerado á los tarquines como abonos, y dado noticia del

modo como se aplican al terreno; y he pasado á ventilar la cuestion sobre las utilidades de los pantanos, examinóndola respecto de los tarquines, de la represa de aguas claras, y de la obra material ó de su construccion, con las precauciones que en mi juicio deben tomarse para evitar daños y perjuicios donde se levanten. Para no desperdiciar aguas ningunas, se acometió la empresa de la fuente del Oro, que me ha suministrado la principal materia para hablar de las presas subterráneas: y se han buscado nuevas aguas en las entrañas de la tierra para el riego por medio de fuentes y de pozos. Y como perteneciendo el agua y la tierra á diferentes dueños es preciso establecer algunas reglas para su distribucion, he considerado la que en este pais se hace de las aguas del rio desde las primeras hasta las últimas divisiones, junto con el alporchon ó venta diaria de ellas, y los jariques por medio de los cuales se usa: no olvidándome de apuntar qué condiciones deben tenerse presentes, y qué medios adoptarse para ejecutarlo todo con exactitud. Si no he acertado, súplalo todo la buena voluntad con que he deseado servir á V. é informar al público de materia tan poco conocida. Plumas mejores que la mia enmendarán mis desaciertos. Lorca 4 de mayo de 1833.=*José Muso y Valiente.*"

Por mi parte no puedo ménos de manifestar, que es de la mayor importancia el escrito que antecede; y como se debe aspirar á que en todos los pueblos de España se aprovechen las aguas análogamente al modo de ejecutarlo en Lorca, resulta que con estas nociones prácticas, que se hallan tan bien cimentadas en principios teóricos, y el contenido de esta obra, se podrán disponer los riegos en España, de modo que se concilien las ventajas que se acaban de espresar, y se eviten los inconvenientes que son tan de temer.

CAPÍTULO VII.

Indicaciones generales acerca de los sistemas de cultivo que se deben adoptar, con arreglo á los principios establecidos, y medios que se proponen en esta obra; y manifestacion del primer paso que debe darse en esta materia, para que se cambie repentinamente en prosperidad el estado decadente de nuestra Agricultura y Ganadería.

272 Al tratar de la noria perfeccionada, hemos demostrado, que *de todos los motores de sangre ó animales, ninguno hay que pueda proporcionar al Agricultor mas ventajas que la vaca.* La disculpa, que se suele dar, para no dedicarse á la cria y uso del ganado vacuno, es que no hay pastos ó forrages con que alimentarlo. Por otra parte, se verifica que no hay pastos ó forrages, porque no hay agua; no hay agua, porque

no hay animales que la eleven; pues, en última análisis, por el sistema que hemos establecido (L. 6.º y 7.º), y lo que manifestarémos (L. 9.º y 10.º) hay *noventa y nueve por ciento* de probabilidad de poderse obtener agua en cualquier punto donde se necesite; y con las *norias ó bombas perfeccionadas* se puede siempre elevar á la altura que convenga por el espresado motor. No habiendo vacas, no hay leche ni carnes, y por consiguiente no tiene el Labrador alimento sano y provechoso, tanto para sí como para su familia; y si hay agua para regar, no hay abono para la tierra; de manera, que el haber pasto, el tener leche para que sirva de alimento diario, y proporcionarse queso y manteca para guardar ó vender, el tener agua para regar, el proporcionarse carnes para el alimento, y abono para las tierras, son cosas correlativas, que penden unas de otras. Se suele decir que se carece de ellas por falta de dinero; y sin embargo, la verdadera causa de no haber dinero, es el no tener leche, carne, pasto, vacas, estiercol, agua para regar &c. &c. En todos los libros buenos de Agricultura se demuestra con las razones mas poderosas, y de un modo que no deja la menor duda, que *cuando se tenga establecido el sistema de prados y alternativa de cosechas, habrá mas abonos, mas ganados, mas leche, mas manteca, mas queso, y será sin duda ninguna entónces el Labrador mas rico y mas feliz.* Esto es una verdad que no se puede poner en duda, sin incurrir en la tacha de una crasa ignorancia; pues, efectivamente, abundando los *ganados, las carnes, el tocino, la cecina, el sebo, la cera, leche, manteca, queso, cabritos, terneras, gallinas, huevos, pollos* &c. se tiene cuanto se puede apetecer para nuestra subsistencia y regalo. Mas como, para la introduccion de los prados y alternativa de cosechas, se necesita un cultivo mayor y mas esmerado, mas ganado, mas capitales, mas conocimientos, mas gente ocupada en el trabajo, perder preocupaciones antiguas, y desterrar prácticas envejecidas, resulta una serie de círculos viciosos, pues que las unas cosas dependen de las otras. Por esta causa, es de la mayor importancia el escogitar los medios de dar el primer paso en el estado actual de nuestra labranza; y con el fin de no incurrir en estos círculos viciosos, observarémos que á toda persona, que ame verdaderamente su pais, se presenta la consideracion de esta importante cuestion ó

Problema. *Dada y conocida la penuria y escasez de nuestros Labradores; y teniendo presente el estado actual de sus conocimientos, de sus facultades físicas, intelectuales y morales, de sus recursos, y de sus prácticas, costumbres etc. etc.; manifestar de qué modo se deberán combinar los elementos y sistema de cultivo, para que lleguen á prosperar con ventajas suyas y del Estado.* Y la reso-

lucion de este grandioso é interesante problema es la que me propongo dar en este capítulo.

273 El objeto, en mi concepto, no puede ser mas laudable, ni mayor su importancia y trascendencia; y como las dificultades en general son á proporcion de las ventajas, se deduce naturalmente que ha de haber obstáculos considerables que vencer: mas no por esto se ha de perder la esperanza de superarlos. Y si ocurriese tal idéa, suplico á mis lectores, recuerden la importante sentencia de *Don Ramon Zubía*, que se ha ocupado tambien con laudabilísimo celo de nuestro mismo asunto, que "*la pereza propende siempre á convertir las dificultades en imposibles.*"

274 Yo juzgo, que cualquiera se puede honrar solo con intentar acometer esta cuestion. Y sin que se me atribuya á vanidad, ni á ninguna otra causa presuntuosa, debo indicar, que no habiendo perdido jamas de vista un asunto de tanta importancia, me parece haber logrado, entre la inmensidad de combinaciones diferentes, de que son susceptibles los elementos del cultivo, algunas que pueden considerarse como resoluciones del espresado problema. Lo principal consiste en dar el primer paso; pues viendo todos por esperiencia, que para ello no se necesitan mas fondos, ni mas trabajo, que el empleado actualmente, ni aun faltar á las prácticas, ó si se quiere á las rutinas, y que por el contrario, gastando y trabajando ménos, se obtienen mayores productos, se debe esperar su generalizacion: y despues, con lo mismo que este adelanto vaya produciendo, habrá recursos para dar otros pasos, y perfeccionar los demas ramos del cultivo y economía rural; y siendo ricos nuestros Labradores y Ganaderos, habrá fondos para empresas industriales de comercio, riego, navegacion &c. Esto aparecerá como una *paradoja*, ó acaso podrá reputarse como exagerado, como ilusion, ó ficcion poética &c. Pero, vuelvo á rogar á mis lectores, que, si les ocurre tal idéa, suspendan el juicio, no solo hasta examinar mis razones, sinó hasta que hayan puesto en ejecucion mis asertos; y luego les dejo enteramente á su arbitrio el decidir segun los resultados que obtuvieren.

275 Para llegar á establecer lo que constituye este primer paso, es indispensable hacer algunas otras indicaciones, que por ahora sirvan de base á lo que se intenta realizar, y despues á lo que se debe aspirar cuando los Agricultores hayan recibido algun alivio, y tengan no solo la conviccion moral de las ventajas que les han de resultar, sinó los medios de poner en ejecucion lo que conviene y es de desear. Procuraré abstenerme todo lo posible de entrar en pormenores, y me ceñiré á indicar aquello en que consistan las dificultades, ó á establecer las nociones mas indispensables para facilitar la inteligencia de los medios de

superarlas. Sobre todo, procuraré esplicarme con claridad y sencillez, evitando todo aparato científico, para poner mis idéas al alcance de los mismos Agricultores y Ganaderos, que son los que principalmente han de ponerlas en ejecucion. Y á fin de proceder con el órden correspondiente, dividiré este capítulo en 5 secciones. En la 1.ª manifestaré la serie de hechos y reflexiones que me han impulsado á ocuparme de este asunto, dando á conocer, que las reglas ó resoluciones que voy á dar, no son mas que casos particulares, acomodados á nuestro pais y circunstancias, de la doctrina general, cierta y exacta contenida en las *Lecciones de Agricultura* del Señor *Arias*, y en la edicion de la Agricultura general de *Gabriel Alonso de Herrera*, hecha por la Real Sociedad Económica Matritense, en 1818 y 1819. En la 2.ª insertaré las noticias, datos y apuntes que he adquirido durante mis viages, tanto en España como fuera, y que sirven de base ó fundamento á las reglas ó resoluciones que me propongo dar acerca del mencionado Problema. En la 3.ª enumeraré los diferentes modos de cultivo, que mas generalmente se usan en España, deduciendo el número de labores que se empléan, y el número de cosechas que se obtienen por quinquenio en cada modo ó sistema de cultivo, fijándome para contraer mas la cuestion, á lo que resultará siguiendo dichos sistemas, desde el quinquenio que empiece en fin de octubre ó principio de noviembre del presente año de 1833, en que se empiece la sementera, hasta fin de octubre ó principio de noviembre de 1838 en que se trate de hacer la correspondiente á dicho año. En la 4.ª daré las resoluciones del Problema que en cada modo, especie ó sistema de cultivo, me parecen mas conducentes en la actualidad, sin alterar ni en lo esencial ni en lo material las prácticas establecidas; y ántes por el contrario, sacando partido hasta de las mismas preocupaciones. Y deduciré el número de labores y el de cosechas que se obtendrán en el mismo quinquenio, para poder comparar los resultados que se obtienen por los métodos establecidos, con los que se obtendrán por los que yo proponga, y que aparezcan de un modo palpable las ventajas que proporciona mi sistema de cultivo. Finalmente, en la 5.ª manifestaré el órden progresivo con que se deberá proceder para dar el primer paso en el establecimiento de alternativa de cosechas, y para obtener prados y pastos, sin necesidad de aumentar los gastos de adquisicion de mas ganado de labor, de mas trabajadores y dispendios, y ántes obteniendo mayores productos con ménos gastos de todas especies, haciendo ver las ventajas que de ello resultarán sobre el cultivo actual en un setenio ó espacio de siete años consecutivos. De este modo, se dispone al lector, no solo para examinar por sí mismo las razonen en que yo fundo mi sistema,

y se prepara naturalmente para ponerlo en ejecucion, sinó tambien para que, siendo inmenso el número de sistemas ó combinaciones que se pueden hacer con los actuales elementos de cultivo, y convencido por esperiencia de que el corto número á que me contraigo, le reporta utilidad, él por sí, con mayores conocimientos de las circunstancias locales &c., discurra y medite algunos otros sistemas mas adecuados á su situacion particular, que aun le reporten mayores ventajas con ménos dispendios.

SECCION PRIMERA.

Hechos y reflexiones que me han impulsado á ocuparme de este asunto; y manifestacion de que las reglas ó resoluciones que daré en este capítulo, solo son casos particulares, acomodados á nuestro pais y circunstancias, de la doctrina general, cierta y exacta, contenida en las Lecciones de Agricultura del Sr. Arias, *y en la edicion de la Agricultura General de* Gabriel Alonso de Herrera, *hecha por la* Real Sociedad Económica Matritense en 1818 y 1819.

276 Un vaso regular de leche de vacas en Madrid, cuesta un real de vellon; yo he visto vacas en Holanda, que dan hasta ochenta de estos vasos al dia; luego si nosotros llegáramos á tener en nuestro pais vacas de esta naturaleza, cada una produciría anualmente, solo bajo este aspecto, y suponiendo que no dé leche mas que en 300 dias, unos *veinte y cuatro mil* reales vellon. Supongamos que el precio de una de de estas vacas llegue á ser de unos *tres mil* reales, que no es tanto, ni con mucho; y resulta que al fin del año, á cada ciento de capital, corresponden 800 de interés; esto es, que el rédito anual es 8 veces mayor que el capital empleado: lo que no se verifica en ningun género de especulacion. Esta ganancia puede considerarse como líquida; pues los gastos de manutencion de las vacas se reputan compensados con los demas productos que rinden, como son los becerrillos que procrean, el estiércol, y algun corto servicio que pueden hacer al mismo tiempo, ya sacando agua de las norias, ya sirviendo de motor en cualquier máquina hidráulica, ya tirando á la sirga &c.: siendo este trabajo proporcionado, para que sirva mas bien de ejercicio, que de molestia ó fatiga.

277 Para probar desde luego, que sin otro requisito, que el tener mas vacas, habrá mas dinero; observarémos que por la *Balanza de Comercio* de España con las potencias extranjeras, correspondiente al año de 1826, consta que se estrajeron de España, solo por los dos artículos de queso y manteca, *cerca de siete millones y medio* de rs.; que supondrémos sean solo *siete millones*, para calcular siempre mas bien corto que largo. Ahora bien, si por los métodos que voy á proponer, se consigue no solo todo lo indicado, sinó ademas el impedir se extraigan

por esta causa de España en cada año *siete millones* de reales, y casi otros tantos que resultan del mismo Censo por los ganados que se traen de fuera, circulará esta masa mas de dinero anualmente en manos de nuestros Agricultores; y si á esto se agrega el que, por los medios que propondré, nos hallarémos bien pronto en disposicion de vender al Extranjero estos mismos artículos, y de que ingresen por esta causa en nuestro pais sumas considerables de dinero, yo dejo á la consideracion de los espíritus reflexivos y especuladores, el deducir las consecuencias que podrán resultar á nuestro pais, con ventajas conocidas de todas las clases del Estado.

278 Se debe tener en consideracion por otra parte, que en todo género de especulacion, los riesgos son en general proporcionales á las ganancias; y aquí, aun cuando las ganancias son tan exhorbitantes, el riesgo es casi nulo; porque cuando el animal se acerca ya al fin de su vida, se le debe cebar para que engorde; y el producto que da en carne, en la piel, en las hastas, y aun en las mismas pezuñas, tripas * y huesos ** puede llegar á ser igual y aun superior á lo que costó en un principio. Por todo lo cual, no nos aventurarémos demasiado en establecer, que *no hay empresa mas lucrativa*, *ni ménos expuesta*; pero acaso se responderá que no tenemos las hermosas praderías de la Flandes y la Holanda, ni somos tan ricos. Y yo contesto, que el objeto de mi obra es proporcionar mejores y mas abundantes praderas. Y en cuanto á que no somos tan ricos, respondo: que mas pobres han sido aquellos paises; que nosotros hemos sido los que los hemos principiado á enriquecer cuando eran nuestros: y que si nosotros somos pobres, es porque no tenemos establecido lo que conviene para que nuestro territorio sea mucho mas productivo que aquel; y he aquí la necesidad de desenvolver esta especie de *paradoja agronómica*, que en mi concepto ha de producir mayores ventajas á nuestros Agricultores y Ganaderos, que el hallazgo de la soñada *piedra filosofal*, que en vano han buscado por tanto tiempo los *alquimistas*.

279 Pero no nos remontemos tanto, y contraigámonos á nuestro pais; pues aunque debemos aspirar á tener vacas, que dén los 80 vasos de leche al dia, que son unos 40 cuartillos, y ya las hemos tenido en

* La Francia hace con la España un comercio muy lucrativo, vendiéndonos las tripas de vaca, para hacer los chorizos. ¿Por qué no habíamos nosotros de recibir este beneficio.

** Los huesos de los animales calcinados y molídos sirven en Inglaterra como abono de los terrenos; valen á unos cuatrocientos reales el quintal. Yo he visto en Candelario, que dista unas 14 leguas de Ciudad Rodrigo, y de donde vienen muchos chorizos á Madrid, grandes montones de huesos de vaca, que se pudieran destinar como abono de aquellos terrenos, á los que, por ser muy frios, les convendría mucho. ¿Por qué no recibir este beneficio?

Aranjuez, procedentes de Suiza, que daban 33 cuartillos al dia, esto es 66 vasos regulares, no obstante, para que no se reputen exagerados mis asertos, bajémos la tara, y sujetémonos á lo que materialmente sucede hoy en nuestra España, es decir, á lo que hoy tenemos; y sírvanos esto de fundamento. En las grandes vacadas de Andalucía y Castilla no aprovechan generalmente para nada la leche de vacas; cuando destetan los becerrillos, se ven precisados los vaqueros á ordeñarlas, destinando alguna porcion para los perros; pero no pudiendo consumir estos, sinó una pequeñísima parte, dejan correr la demas por el suelo. Aquí se observa, que los mismos que guardan el ganado, tienen que tomarse el trabajo de ordeñar las vacas; y el fruto que sacan es nulo, pues que tiran la leche. ¿Por qué, pues, no se ha de emplear en engordar cerdos, en cebar las mismas vacas que han de servir para carnes, en hacer manteca ó queso, ó en formar extracto de leche, ya en polvo, ya en pasta para conducirla á donde convenga? Si á esto se responde que los que guardan el ganado no tienen tiempo, diré, que si entre la multitud de personas que mendigan, por todas partes, alegando no tener en que trabajar, se dedicasen algunos á esto, se mantendrían muy bien: pues la leche es el alimento mas natural del hombre, teniendo ademas un gran producto; y aunque se distribuyese la mitad al propietario del ganado, y la otra mitad á dichas personas, adquirirían unos y otros una ganancia considerable, quedando en nuestra Nacion la cantidad de numerario que ya hemos dicho se exporta al Estranjero. Tambien se podrá responder, que no se sabe lo bastante, y que para esto se necesitan fondos. El objeto de este capítulo es manifestar cómo se puede lograr, conseguir ó ejecutar esto, sin mas fondos que los que ordinariamente se tienen.

280 En nuestras provincias del norte, como Asturias, Galicia, Montañas de Santander y Provincias Vascongadas, aprovechan la leche de vacas para el alimento de las personas, y en hacer queso y manteca; y á pesar de que los procedimientos allí empleados, son susceptibles de muchas mejoras, sin embargo, aun en el estado de imperfeccion en que se hallan, si se extendiese su uso en las demas provincias, aunque fuese con sus mismos defectos, era bastante para minorar la penuria de nuestros Agricultores. En efecto, una vaca viene á costar en dichas provincias como unos 500 reales, da por término medio 2 azumbres de leche al dia, esto es 16 vasos; que á 2 cuartos cada uno hacen 32 cuartos diarios; y en los 300 dias del año que reputamos puede dar leche, rendirían 1129 reales anuales; que es mas del doble del valor del capital empleado; viniendo á quedar compensados los gastos de manutencion, con lo que puede producir con su trabajo y con el becerrillo,

y sin que haya el riesgo de perder el capital, por las razones espuestas (278).

281 Ahora bien, todos nuestros Agricultores se quejan de que los rendimientos de la Agricultura, no ascienden ni con mucho al 5 por 100 del capital; y aquí tenemos uno que, sin grandes anticipaciones de gastos, ni riesgos, duplica lo ménos el capital en cada año; luego queda demostrado que solo con *generalizar esta idéa*, por defectuosa que séa, como en efecto lo es, *habrémos ya caminado algo hácia el objeto que nos proponemos*; y como esto se halla íntimamente unido con el que los campos dén mas productos, y con el que por otra parte haya mas carnes, mas pastos, mas abonos &c., me parece que aun los que desconfien mas, tienen ya un dato para suspender el juicio hasta llegar á realizarlo. Con el fin, pues, de establecer cuanto sobre esta materia es absolutamente indispensable, principiaré manifestando lo que en general se comprende bajo la palabra

282 *Pastos.* Con ella se espresan todas las producciones naturales, que sirven de alimento á los ganados, y en general se suelen comprender tambien bajo la espresada denominacion los *prados*, ya sean en los campos, ya en las montañas, donde se hacen pacer las bestias en diferentes épocas del año. Pero, con el objeto de fijar mas precisamente las idéas, debe limitarse la acepcion de la palabra *pastos*, para espresar únicamente las yerbas, que elevándose solo algunas pulgadas sobre la superficie de la tierra, no se pueden segar, ó al ménos no pueden serlo con provecho, y tambien aquellas que, secas, no pueden servir de alimento al ganado, pero que cuando están verdes las comen con utilidad los animales en el mismo paraje donde se crian. Y cuando las yerbas ó plantas de los campos son de tal naturaleza, que pueden segarse y conservarse secas para el alimento de los ganados en los establos; entónces los terrenos en que se crian, se llaman *prados*, *praderas* ó *praderías.*

283 Las yerbas, que sirven por lo general para los pastos, en la acepcion que acabamos de fijar á esta palabra, suelen considerarse como inútiles, y aun perjudiciales en la composicion de los prados; inútiles, por ocupar el terreno sin dar producto; y perjudiciales por impedir la multiplicacion de las buenas especies. En efecto, libres de la accion de la guadaña ó de la hoz, fructifican anualmente, y se multiplican de tal modo, que llegan á apoderarse casi exclusivamente del terreno.

284 Los pastos solo son provechosos en los paises privados de poblacion ó en terrenos ligeros, pedregosos, y sin profundidad, á los que no se pueden pedir otras producciones: lo cual es muy raro. Sin em-

bargo, si se quieren tener mejores y mas abundantes pastos en los paises donde cuesta poco la mano de obra, importa no dejar á la ventura el cuidado de formarlos; y para evitar el que sean invadidos por las malas yerbas, solo deberán sembrarse las semillas de los vejetales que apetece el ganado, y en todo lo posible de una multiplicacion abundante. En mi concepto, se deberían y podrían desterrar por todas partes las malas yerbas, á la manera que los Ingleses destruyeron en su territorio los lobos y otros animales dañinos.

285 En los buenos libros de Agricultura se ven listas muy estensas de las plantas que sirven para los pastos y prados; y sus Autores recelan quedarse cortos; pues aseguran que solo indican de un modo general la naturaleza de las plantas de que constan mas comunmente; añadiendo, que, *para ofrecer su série completa, hubiera sido necesario reproducir la flora européa casi entera*. Pero como en Agricultura no hay regla general, corresponde á los cultivadores el reconocer cada uno el terreno que labra, y examinar por ensayos comparativos las plantas mas propias á formar pastos nutritivos y sanos para los animales, y las que les son dañosas; las que favorecen la multiplicacion de los primeros, dejando granar el mayor número de individuos; y á oponerse á la fructificacion de las otras para hacerlas, si es posible, desaparecer del terreno; en lo cual no se hallan en el dia tantas dificultades como se crée comunmente; pues que las aplicaciones de las Ciencias Físicas y Matemáticas son tantas y tan prodigiosas en la actualidad, que parece se debería desterrar de los idiomas y diccionarios la palabra *imposible*, al ménos en materias de industria.

286 En cuanto á los pastos artificiales, ponen tambien la lista de plantas, ya empleadas en este uso, ya las propias á serlo en terrenos de diferentes naturalezas, y bajo climas diversos. Estas plantas, cultivadas separadamente en terrenos destinados á pastos espontáneos, es decir, á los pastos casuales, que produce la naturaleza, darían un producto mas ventajoso que el que se logrará de la mezcla de plantas adventicias, que nacen casualmente en dichos terrenos; y mezclándolas de 2 en 2, de 3 en 3, ó de 4 en 4, ó en mayor número, formarían un pasto mas productivo.

287 En fin, si se reuniese un cierto número de estas plantas, de las que unas tuviesen rastreras sus raices, otras nabosas &c., y se atendiese á hermanar de diferente manera los tallos, se lograría un pasto de un gran producto, calidad excelente, y en cantidad abundante para el alimento de los animales. Hallando las raices los jugos necesarios á diferentes profundidades, las plantas no se perjudicarían mútuamente, y los tallos rectos servirían de sosten á los otros. Estas mezclas podrían

conseguirse fácilmente por medio de semillas. Los prados difieren de los pastos, como ya hemos dicho (282), en que aquellos se pueden segar y conservar seco su forrage, para el invierno; lo que no sucede á estos, que ha de comer el ganado en los mismos campos que los producen; los prados se dividen en *naturales y artificiales*; y la leccion 21 de la citada obra del *Sr. de Arias* está destinada exclusivamente á la esplicacion de los expresados prados, ya sean de regadío, ya sin él; y el celo de este recomendabilísimo Autor no se limita á tratar con la debida claridad y exactitud, tan importante materia, sinó que con razones muy fundadas y poderosas se lamenta, de que aun no se hayan establecido en nuestro territorio: esforzando en su cátedra cada vez mas sus razones. Yo, que me honro de haber asistido á sus lecciones en todas las épocas de mi vida, en que me ha sido posible desde el primer curso que esplicó, y que he tenido la satisfaccion de ser su compañero en la Real Sociedad Económica Matritense, y de que me dispense su amistad, me he convencido de sus sólidas y poderosas razones, de un modo tan íntimo, que, en todos mis viages, tanto dentro de España como fuera, nunca he olvidado sus máximas, y los deséos que ha manifestado. Por este motivo, ha formado muy seriamente el objeto de mis investigaciones, el observar cuanto podía conducir al adelantamiento de tan importante materia.

288 En la ediccion, ya citada, de la Agricultura de *Herrera*, página 32 del t. 4.°, se halla una sabia y estensa adiccion sobre *prados*, trabajo de mucho mérito, debido á *Don Francisco Martinez Robles*, discípulo del mencionado *Arias*, paisano y condiscípulo mio, y compañero en la expresada Real Sociedad, de quien tengo hecha honorífica mencion (nota del § 481 L. 5). En dicho escrito se halla cuanto se puede apetecer sobre tan importante materia; pero estos conocimientos, como tambien los contenidos en la citada leccion del *Sr. Arias*, y en la XIII de la misma obra y Autor, en que se trata, del modo mas convincente, juicioso y exacto, el importante asunto de la *alternativa ó cambio de cosechas*, no se hallan puestos en práctica por nuestros Agricultores con la extension necesaria. Y habiendo materialmente palpado por mí mismo, andando por los prados de Francia, Inglaterra y Holanda, todas las utilidades que manifiesta el *Sr. Arias* reportan dichas Naciones de su bien entendido sistema de prados, y cambio de cosechas, me parece que faltaría á lo mas sagrado de mis debéres, si no insertase aquí, cuanto en mi concepto puede conducir á facilitar la introduccion de estas importantes prácticas. Todo cuanto voy á espresar, se halla explícita ó implícitamente contenido en las dos citadas lecciones del *Sr. Arias*, y en el Capítulo 6.° adicional del Libro 5.°

de *Herrera*, que trata *del cultivo de los prados naturales y artificiales por Don Francisco Martinez Robles*, puesto que dichos Autores tratan esta materia con toda la extension y exactitud que corresponde; y yo solo voy á ocuparme de un número muy corto de casos, que son los que por ahora concilian mejor todas las circunstancias del problema (272). Y para corroborar mi aserto, debo manifestar, que el número de plantas que pone el *Sr. Arias*, como adecuadas á la formacion de *prados artificiales*, en la pág. 61 del t. 2.º de sus lecciones, son 22. Estas, combinadas de 2 en 2, en virtud de la fórmula general (§ 299 I T E), darían 231 combinaciones; si las combinasemos de 3 en 3, hallaríamos por la misma fórmula 1540 combinaciones; y continuando el cálculo, análogamente á lo expuesto (§ 120 L. 4.), y sumando todos los resultados, tenemos que el número total de combinaciones, que se pueden hacer, tomándolas hasta de todas 22, asciende á *cuatro millones, ochocientos sesenta y nueve mil, novecientos treinta y cuatro*. Hemos obtenido este número tan considerable, suponiendo que se siembren partes iguales de cada una de las semillas; pero si atendemos á que en cada combinacion de estas, pueden variarse al infinito las proporciones en que entra cada semilla, resultan *infinidad de infinidades de combinaciones*.

289 Mi objeto es indicar, entre esta inmensidad de combinaciones, un corto número de ellas, que sean adaptables á todas nuestras circunstancias, y que sean productivas desde luego. Para esto, repito, que teniendo muy presentes las razones de los *Sres. Arias y Martinez Robles*, he recorrido gran parte del territorio español, y lo he comparado con las circunstancias que concurren en los demas paises donde se hallan establecidas ventajosamente dichas prácticas; y me propongo considerar, entre las diferentes combinaciones que se pueden hacer con la doctrina expuesta por dichos Autores, las que mejor y mas pronto conducen á que el Labrador con el mismo ó con ménos trabajo y gasto, que le origina el actual sistema de cultivo, tenga prados, pastos y alternativa de cosechas: en terminos, que *mi trabajo viene á reducirse á examinar, de todos los datos que sientan los* Sres. Arias y Martinez Robles, *y teniendo en consideracion todas las circunstancias en que se hallan nuestros Agricultores, cual es el sistema que mas concilia, en la actualidad, las máximas ventajas ó provechos, con los mínimos gastos, fatigas é inconvenientes.*

290 Si todas las circunstancias, que influyen en la Agricultura, se pudiesen someter á una ley general, que se pudiese cifrar en una ecuacion, las Matemáticas tienen medios seguros y directos, para encontrar los *máximos* y los *mínimos* de todas especies, y en cualesquiera

cuestiones *. Pero como estamos muy distantes de poseer la espresada ley general, pues que solo se conocen algunas de las circunstancias que influyen, y mucho ménos el que se pueda cifrar en una ecuacion, no hay mas arbitrio que consultar á la experiencia; y sin perder de vista las luces que esparcen los procedimientos matemáticos, cuando se aplican á cuestiones prácticas ó de industria, para investigar cuales son las circunstancias en que se verifica el maximo de las ventajas, y el mínimo de los inconvenientes, he llegado á decidirme, despues de hacer observaciones en los mismos terrenos, y consultado el dictámen de toda clase de personas.

SECCION SEGUNDA.

Noticias, datos y apuntes que he adquirido, durante mis viages, tanto dentro como fuera de España, y que sirven de base ó fundamento á las reglas ó resoluciones del Problema *enunciado al principio de este capítulo.*

291 En varios pueblos de Galicia he presenciado las fatigas y trabajos con que los pobres mantienen sus ganados en el rigor del invierno. Se reduce á enviar, durante el dia, las vacas al campo, donse solo se hallá la *aulaga*, que allí llaman *toisos*, y en las Provincias Vascongadas *toxos*. Dicha planta está verde todo el año; pero su parte tierna se reduce solo á unas espinas muy puntiagudas. Las vacas tienen una boca muy delicada; y aunque el hambre les hacía morder algunos ramos, tallos ó retoños de la espresada planta, era con tal incomodidad y trabajo, que materialmente se las veía padecer, en términos que yo no podía ménos de conmoverme. Despues, las muchachas, que eran por lo regular las que llevaban las vacas al campo, cogían con mucha fatiga un haz de la parte mas tierna de las mismas aulagas; las traían á casa, y en una gran piedra que había en la puerta, las machacaban con una maza para quebrantar las espinas, y que las infelices vacas pudiesen comerlas sin tanta molestia. Donde se vé un trabajo ímprobo para proporcionar un alimento tan escaso, y tan difícil de adquirir y preparar. Las personas mas acomodadas en Galicia hacen uso de los nabos para el alimento de las vacas, lo cual es muy ventajoso.

292 En Asturias observan casi lo mismo que en Galicia; pero cuidan algo mejor el ganado, y aprovechan mas la leche, manteca, queso &c. En Vizcaya y en Guipúzcoa noté ya mayores progresos, y que hacían algun uso de la *alfalfa* y de otras plantas de prados; y tambien se aprovechaban de la aulaga, que, despues de traida á casa, la cortaban 1.° con una cuchilla ó piqueta, y despues la machacaban y mez-

* V. § 564 y sig. de la 2.ª edicion del tomo 2.° parte 2.ª de mi Tratado Elemental de Matemáticas, que contiene el Cálculo diferencial é Integral.

claban con yerba; sacando tambien partido de la leche, aunque no hacían queso ni manteca.

293 Pasé despues á Inglaterra; y aunque mi permanencia en aquella Nacion fué muy corta, recorrí lo suficiente para formar la competente idéa, de que si en un pais tan ingrato en comparacion del nuestro, se había llegado á tan alto grado de prosperidad en los ramos de Agricultura, y p incipalmente en lo que tiene relacion con los prados, un sistema análogo, adaptable á las circunstancias de nuestro pais, no podría ménos de producir ventajas inmensas.

294 En Francia permanecí mas tiempo; y cultivé mucho la amistad de *Mr. Bosc*, Sabio de un mérito singular en cuanto tenía relacion con la Agricultura, y sucesor de *Mr. Touin* en la cátedra del jardin de plantas; y observé con bastante atencion las prácticas de un ramo tan interesante, ya en el espresado jardin, ya en varias casas de campo de las cercanías de aquella Capital, y con mas particularidad en Villier-le-Bel entre Saint-Denis y Ecouen. Mas como el territorio de París no es el mas á propósito para comparar los sistemas de cultivo con los de nuestro pais, porque aquella latitud es de unos 49°, y la de Madrid, que se puede reputar como centro de la España, es de unos 40½, ya la diferencia de 8 grados es de consideracion: y reputando que un grado de latitud sea equivalente á una elevacion de 680 pies, como ya hemos indicado (14... 3.°); resulta que el cultivo de París solo convendrá generalmente á los parages de España que estén á mas de 5000 pies de altura sobre el nivel del mar; y aunque en nuestra Península hay alturas mas considerables, no obstante es solo ya en la cima de las montañas; pues que el territorio general de Castilla está unos 2000 pies sobre dicho nivel; el de la Mancha unos 2300, el de Madrid unos 2400, segun resulta de lo espuesto (§ 46 L. 1) &c. De aquí se infiere, que las observaciones, hechas en las inmediaciones de París, y en el jardin de plantas de aquella Capital, no se deben adoptar por regla general para el cultivo en España; por lo que tanto *Mr. Bosc* y *Mr. Des Fontaines*, como varios individuos de la *Sociedad de Agricultura*, me aconsejaron el que, ántes de venirme á España, hiciese un viage por el mediodia de la Francia; y efectivamente lo verifiqué, pasando á Avignon, Marsella, Aix &c. En Aix fué donde hice mas importantes reflexiones, y con mayor provecho, no solo por ser una localidad sumamente adecuada, sinó porque residiendo allí mi antiguo amigo el *Ilustrísimo Señor Don Antonio Posada*, que estaba muy querido y sumamente respetado en aquella comarca, me proporcionó sugetos de verdad, honradez é instruccion, que me suministrasen datos seguros y exactos. La latitud de Aix es de unos 43½ grados, que

viene á ser la misma que la de la parte septentrional de España. Por consiguiente, lo que veamos establecido en Aix, si no se atendiese mas que á la latitud, podríamos cultivarlo en nuestras costas septentrionales. Aix se halla muy cerca del mediterráneo; y su altura sobre el nivel de dicho mar será como de unos 150 pies. Por consiguiente, parece que atendiendo solo á estas causas, debería ser posible establecer en la Vega de Rivadéo, Castropol, Gijon &c. el mismo cultivo que en Aix. Sin embargo, esto no sería muy exacto, por ser preciso atender á las circunstancias locales. Dichos pueblos tienen casi la misma latitud, y la misma altura sobre el nivel del mar; pero tienen una posicion enteramente opuesta. En efecto, Aix participa de los vientos del Mediterráneo, del África, y de la Zona Tórrida, y está resguardado algun tanto por la parte del norte. Gijon, Castropol, la Vega de Rivadéo &c. participan sí de los vientos del mar; pero es del mar océano que mira al norte, y por la parte meridional tienen unas montañas que les impide recibir otros aires que los del norte: por lo que, esta diferencia de posicion debe equivaler en mi concepto, lo ménos á grado y medio ó dos grados de latitud. Pero, como todo lo demas de España se halla mas al mediodia que Aix, resulta que en una gran porcion de nuestra Península se podrá establecer el mismo cultivo que en Aix.

En Avignon fué punto donde hice tambien muchas observaciones; porque desde Aix á Avignon, cuya latitud es de unos 44°, casi todo el terreno es de la misma naturaleza que la Mancha y Estremadura; y aunque estos paises están mas al mediodia, sin embargo esta diferencia de latitud, se compensa casi perfectamente con estar mas elevado el terreno de la Mancha y Estremadura que lo que lo está Avignon. Y pues que Avignon de unos 30 á 40 años ha adquirido una inmensa riqueza, con el cultivo de los prados, de la rubia y de la seda, siendo la localidad mas análoga la Mancha y Estremadura, podrían llegar estas Provincias á un grado muy estraordinario de prosperidad, siguiendo las prácticas de Avignon.

295 El territorio de Provenza viene á ocupar la latitud de 43 á 44 grados, y se halla casi al nivel del mar; y bajo la influencia del viento del mediterráneo, del África y de la Zona Tórrida. Todo el terreno Español se halla mas meridional que la Provenza, estando nuestra parte mas septentrional á la misma latitud; y como España se halla mas alta, y su parte interior no está ventilada por el viento del mar, comparadas las localidades, se puede sentar por regla general, que lo que España se halla mas meridional respecto de la Provenza, se compensa con la mayor altura sobre el nivel del mar, y con no participar del viento del África. Por lo tanto, sin temor de graves errores,

puede establecerse que todo lo que convenga á la Provenza en Francia, podrá convenir análogamente con ventajas en la mayor parte del territorio español.

296 La persona que, por influjo del *Ilustrísimo Señor Don Antonio Posada*, me acompañó en mi *viage agronómico-industrial*, recorriendo los puntos principales entre Aix, Avignon, la fuente de Vaucluse &c., era *Mr. Borgarel*, vecino de Aix, propietario ilustrado, quien, despues de haberme hechos obre el mismo terreno cuantas indicaciones fueron conducentes á satisfacer mis deséos, accedió gustoso á estenderme en un escrito los puntos principales que habían formado el objeto de nuestras conferencias; y consiguiente á su promesa, me remitió el escrito, que traducido literalmente, dice así: "El *pipirigallo* ó esparceta. Esta planta originaria de las mas altas montañas, donde crece sobre rocas desnudas, estériles y espuestas á todas las intemperies de las estaciones, no se principió á cultivar en prados artificiales, hasta el 16.º siglo; la fuerza de su constitucion primitiva, que ha conservado, al descender á los llanos, le da grandes ventajas sobre las otras plantas destinadas al mismo uso; si ella cede á la alfalfa en cuanto á la cantidad de forrage que suministra, le es tambien superior en cuanto á la calidad; el pipirigallo no está sujeto como la alfalfa, á causar cólicos, hinchazones y otras enfermedades á los animales; se puede sin inconveniente suministrar al ganado, tan luego como se ha encerrado en el pajar ó henil, y esta ventaja es muy apreciable en los años de sequedad, en que todos los forrages antiguos se han consumido ordinariamente en la época de la cosecha; no exige las mismas precauciones, al suministrarlo, que la alfalfa, y sobre todo que el trébol; si el abuso que de él hacen los animales, produce algunas veces accidentes, no son tan funestos como los originados por el esceso de estas últimas plantas.

»La principal y mayor ventaja que tiene el pipirigallo sobre la alfalfa, es que viene muy bien en todas las tierras en que la alfalfa no prueba lo suficiente; y que al contrario, ella perece en la mayor parte de los terrenos donde el pipirigallo fructifica mejor: tales son las tierras bolares, areniscas, pedregosas, las gredosas ó margosas, creta, arenas áridas, y sobre todo las tierras enrojecidas por el ocre de fierro: la raiz dura y leñosa del pipirigallo se abre un paso al traves de estas tierras, mientras que su parte nabosa ó principal va á buscar los jugos nutritivos á mas de 6 pies de profundidad *: las raices latera-

* Pareciéndome esto demasiado, le hice algunas reflexiones sobre el particular; y para convencerme, nos dirigimos á un prado en la misma fuente de Vaucluse, y con mucho trabajo pudimos arrancar una planta de un año, que tenía una raiz de mas de un pie de longitud.

les, que parten de la central, no concurren ménos á su vegetacion; esta propiedad, que tiene el pipirigallo de ir á buscar la humedad que necesita á una gran profundidad, es la que le hace probar bien en los terrenos mas abrasadores, y resistir á un grado de sequedad que devora todas las plantas. Aunque el pipirigallo se cria en mayor número de tierras que la alfalfa, las hay que le rehusan absolutamente; tales son las tierras húmedas, gredosas, arcillosas, cenagosas; se ha notado que no prueba bien en las tierras en que crecen la romaza, la acedera silvestre, los juncos, el brezo, la retama y los líquenes. La esposicion no le es indiferente; la que mejor le conviene es la de las laderas inclinadas y calentadas por el mediodia. No solo el calor, largo tiempo continuado, no altera su verdor, sinó que es aun absolutamente necesario á su vegetacion, y sobre todo á su cualidad; por esta razon es por la que es tan superior en los parages elevados y muy descubiertos. Es verdad que el pipirigallo no suministra tanto en las malas tierras como en las buenas; pero puede siempre servir durante cuatro ó cinco años para formar prados artificiales. Bien léjos de fatigar la tierra, esta planta abona ó estercola el fondo ó suelo de los terrenos donde se cultiva; y enterrándola con el arado, cuando está en plena vegetacion, ella vuelve á dar sales en abundancia; por manera, que se pueden sembrar los trigos, cebadas, y cualesquiera otros granos con feliz éxito en los campos mas medianos.

»Todo el esmero del Agricultor debe, pues dirigirse á multiplicar este cultivo, que ha dado gran valor á tierras que estaban abandonadas en razon de su esterilidad. Por todas partes donde se ha establecido esta especie de pradería, se ha sacado un partido muy grande, y ha probado muy bien aun en las malas tierras; basta que el terreno carezca de aguas superficiales. Cuando el pipirigallo se encuentra en terreno que le conviene, produce abundantemente; es un escelente forrage de invierno; ninguno se seca mejor para guardarlo, y su jugo es ménos viscoso que el de la alfalfa. Esta facilidad que se tiene de hacer heno de él, para la provision del invierno, le da una gran ventaja sobre el trébol y la alfalfa. Mediante al gran provecho, que se saca de esta planta en las tierras malas, no se debe cultivar en las buenas, reservándose estas últimas para la alfalfa y el trébol, que piden buen fondo en el terreno, y darán allí abundantes cosechas. Para sembrar el pipirigallo, conviene que la tierra esté preparada con profundas labores de otoño y de invierno, y que esté bien estercolada. Despues de la tercera labor, estando bien preparada la tierra, se sembrará el grano, si no se temen las heladas, poniendo el doble de semilla que si se sembrase trigo; despues se pasa la grada ó rastra, en diferentes di-

recciones, y luego el rodillo. Se debe siempre elegir la semilla obtenida en el año, y escoger las plantas de dos años para que la den, que estén en toda su fuerza y vigor; pues cuanto mas granada y madura esté la semilla, mejor probará el pipirigallo.

«Este tiene, como todos los otros forrages, una época para cortarse ó segarse; y esta es poco despues de haber florecido; entónces es ménos acuoso, mas abundante y nutritivo; el pipirigallo en flor es mucho ménos duro y mas apetitoso, que el que se ha dejado granar. Si se prefiere el coger semilla, á tener forrage, no se debe aguardar á que el pipirigallo empiece á decaer, porque el grano estará poco nutrido y por consiguiente malo; es en el 2.° ú 3.^{er} año cuando es necesario dejar madurar el 1.^{er} brote ántes de cortarle; se golpéa, desgrana ó trilla la semilla en el campo en grandes lenzones con palos; despues de esta operacion, el tallo es aun bueno para el ganado, lo que babrá producido una doble cosecha. La duracion del pipirigallo varía desde cuatro, seis hasta doce ó quince años, segun la calidad del terreno; se sostiene ordinariameute diez ó doce años en una tierra mediana; no necesita de ningun abono; todas las especies de ganados le apetecen con ansia; él los nutre bien, los engorda y les da vigor; los caballos, que se alimentan con él, no tienen necesidad de avena; proporciona á las vacas mucha leche, de una calidad muy buena que da una manteca muy abundante y de buen gusto.

297 »*Cultivo del pipirigallo en Provenza.* La tierra que debe sembrarse de trigo, habiendo sido convenientemente preparada en tiempo útil, en el mes de octubre, época de la sementera, sobre una medida de trigo siembran dos de pipirigallo, y se labra para enterrar ambos granos á un mismo tiempo. El trigo, que germina mas pronto, nace primero, crece y cubre presto la superficie del terreno, miéntras que el pipirigallo apenas sale de la tierra, permanece endeble debajo del trigo, hasta la siega ó recoleccion, en que permanece al descubierto. Desembarazado entónces del trigo que le ocultaba, toma mas ó ménos desarrollo, segun le ayude la naturaleza. En la primavera próxima entra en plena vegetacion; florece, y poco dias despues se le siega y guarda. Si despues de haberle segado, sobrevienen lluvias, retoña de nuevo, florece y se corta otra vez; pero á pesar de que el tiempo le haya sido favorable, esta 2.ª cosecha es siempre mediana. Se deja subsistir así este prado artificial tantos años como se desée, pues que puede durar hasta 15 años. Pero la mayor parte de los cultivadores, para sacar mayor producto del terreno, no le dejan sinó dos. En el 2.°, despues del 1.^{er} corte, si llueve suficientemente, ó la tierra puede ser bien cultivada, se procede á ello sea con el arado conducido por 4, 6 ú 8 caballos, ó lo

que todavía vale mas, aunque mas dispendioso, se le hace cavar si se puede. La tierra estando así bien preparada, llegado el tiempo de la sementera, se siembra allí trigo por esta vez; despues que está segado, se prepara de nuevo la tierra para sembrar en ella trigo y pipirigallo. Algunos cultivadores lo hacen de otro modo. No dejan el pipirigallo sinó un año; despues del 1.er corte, cultivan la tierra y la preparan para sembrar en ella el trigo y el pipirigallo. Segun la esperiencia, el 1.er procedimiento es preferible al 2.°, tanto mas que si se quiere obtener buena semilla, la de la planta de pipirigallo del 2.° año es mucho mejor que la del 1.° Se observará que no conviene dejar pacer el ganado en el pipirigallo, y sobre todo el 1.er año sin perder mucho de la cosecha próxima.

298 »*Cultivo del pipirigallo en los Altos Alpes.* Siendo de regadío la mayor parte de las tierras de este pais, se prefiere cultivar allí el trébol, que da mucho mas forrage, aunque bien inferior en calidad al pipirigallo: para las tierras que no se riegan, se cultiva esta última planta del mismo modo que en Provenza; pero de preferencia sobre tierras de mala calidad y sobre las faldas que no podrán producir otra cosa, tambien dejan estos prados artificiales hasta que perezcan.

»Distinguen mas de cincuenta variedades de trébol, que se pueden cultivar y emplear en el alimento de los animales, y que se hallan esparcidos en los prados naturales; pero se da la preferencia al trébol grande de flor roja ó encarnada, llamado del *Piamonte*, de *España* ó de *Holanda*; este es el que da el mejor prado artificial, y que sirve con la mayor ventaja para alternar las cosechas. Esta planta lleva consigo su abono, y los trigos que se siembran despues de su destruccion, son siempre soberbios. Por otra parte, el forrage abundante que proporciona, pone á los cultivadores en estado de criar mucho ganado y de multiplicar por consiguiente los abonos. Como la raiz del trébol grande penetra perpendicularmente, se le debe sembrar en una tierra suave, ligera y profunda; él brota entónces un gran número de hojas, y da una escelente semilla para otros sembrados. Pero si se pone en un terreno malo, degenera en algunos años, y viene á ser el trébol pequeño.

»En los paises meridionales, siembran el trébol en febrero ó en principio de marzo, á fin de que la raiz tenga el tiempo de profundizar ántes de los grandes calores; pero en los paises mas frios, es necesario esperar al mes de abril. Por otra parte la temperatura de la estacion es la que debe arreglar al cultivador, y no una época fija, que puede ser contraria por los acaecimientos. Se corta y seca el trébol como las otras yerbas de las praderías, pocos dias despues de haber florecido. El modo de hacerlo es el mismo que para el heno; pero es necesario quitarlo cuan-

do está un poco embebido del rocío, á fin de que las hojuelas no se caigan como sucede en el pipirigallo y la alfalfa. Esta ligera humedad se disipará suficientemente al trasportarlo, y colocarlo en el *henil*. El trébol proporciona al ganado un escelente nutrimento; pero es necesario suministrarlo con prudencia, y mezclar esta yerba con paja ó heno viejo. Es importante sobre todo, dejarlo estendido, cuando se le corta verde, y poner poco de una vez en la escalerilla ó astillero del pesebre. Se tendrá cuidado de no dejar entrar los caballos ó los bueyes en una trebolera; porque se atiborrarían hasta el punto de reventar.

299 »*Cultivo del trébol en los Altos Alpes.* Sobre la tierra de 1.ª calidad y regadío, en que se ha sembrado trigo por setiembre, se siembra en el mes de marzo ó principio de abril, si la temperatura de la estacion no lo ha permitido ántes, mezclando la semilla con tierra fina, ceniza ó arena, para sembrarla mas uniformemente en atencion á su pequeñez. Despues se arrastra sobre el terreno, sin tener consideracion con el trigo, un haz ó fagina de pequeñas ramas de árboles, para enterrarle. Si alguna vez la tierra está seca, se le abandona á la naturaleza. Despues de las lluvias de la primavera, el trébol nace y permanece oculto y endeble bajo el trigo hasta cerca de la siega. En esta época se riega el terreno; el trébol entónces embebido de agua, junto al calor de la estacion, brota rápidamente, florece y se le corta si es bastante bueno, y la temperatura lo permite. En el caso contrario, se les hace pacer con precaucion á los ganados. En la primavera próxima toma nuevas fuerzas, entra en plena vegetacion; florece, se le corta, seca y guarda en el pajar ó pieza destinada á guardar el forrage; inmediatamente despues se riega el terreno; brota de nuevo, y se corta 2.ª y 3.ª vez; se puede pues dejar así existir este prado artificial 2 ó 3 años, pero no mas, en atencion á que el trébol mudaría de calidad ó perecería.

»Para obtener en el mismo suelo una cosecha tan abundante como sea posible, se dispone el terreno del mismo modo que se hace en Provenza para el pipirigallo, si no es de regadío. Pero si se riega, como solo despues del 2.° corte es cuando brota el trébol, no hay que variar la preparacion del terreno, y solo se retarda un poco el cultivo. Para procurarse semilla de trébol, se reserva una parte del 2.° corte del 2.° año, de preferencia á la del 1.° Cuando los estremos han florecido y están bien secos, á fin de que maduren, se les hace coger, procediendo del mismo modo que si se quisiese ordeñar leche de una cabra, tirando fuertemente hácia sí: acabada esta operacion, que es bastante larga, se ponen todas estas cabezas en montones para hacerlas fermentar. Despues de la fermentacion, se les hace secar si están hú-

medas; luego se llevan al molino para hacerlas pasar por debajo de la muela y convertirlas en polvo grosero. De este modo, la semilla queda separada; y se aprovecban del 1.er viento favorable para limpiarla. Los tallos á que se han cortado las cabezas, se siegan y se dan á comer á los ganados."

300 Deseando todavía buscar un punto aun de circunstancias que se pudiesen comparar mas exactamente con las nuestras, me aproveché del conocimiento que hice con Madame *Eulalia Lebrun*, por el conducto de mi amiga la *Señora Condesa de Robres*, y sus amabilísimos y muy apreciables hijos, y de *Don Antonio Ballesteros*, para residir una temporada en el Palacio que dicha Señora tiene en *Château-neuf*, cerca de *Orleans*, y examinar las circunstancias del cultivo en aquella region, que puede asimilarse bastante á la de mucha parte de la España. En efecto, la latitud de *Château-neuf* viene á ser de 47° y 50′, y su altura sobre el nivel del mar, será como de unos 100 pies. La latitud de Burgos es 42° y 21′; es decir, que se halla mas al mediodia que *Château-neuf* 5° y 29′, que á razon de 680 pies por grado, resulta que esta diferencia de latitud viene á equivaler á una altura sobre el nivel del mar de unos 3700 pies; y como Burgos se halla 3142 pies, resulta que todo lo que se cultive en las inmediaciones de Orleans, tendrá su aplicacion á la latitud de Burgos; y como en general, el cultivo á terreno en circunstancias mejores, debe mas bien ganar, resulta que lo que se produzca bien en Château-neuf, tendrá su aplicacion en la mayor parte del territorio Español de la Península, que ó esté mas al mediodia que Burgos, ó ménos alto sobre el nivel del mar. Por esta razon, habiendo aceptado la generosa oferta que tuvo á bien hacerme dicha Señora, pasé una temporada en aquella magnífica posesion que en otro tiempo fué un Palacio Real, propio de la casa de Orleans. En sitio tan ameno, con la tranquilidad que ofrece el campo, y el auxilio de una magnífica y escogida biblioteca en que estaban todos los libros mas selectos de Agricultura y Economía rural; con la presencia misma de los cultivos, y paseándonos por los prados, ya naturales, ya artificiales, y consultando con los jardineros y capataces, y con la muger normanda que ordeñaba las vacas, hacía la manteca y el queso, me llegué á convencer de que las plantas que conviene de preferencia introducir por ahora, para que se aficionen nuestros Labradores á establecer despues el sistema de prados con la estension que dice el *Señor Arias* y el *Señor Martinez Robles*, son las siguientes: El *Vallico*, que es la que ocupa el 1.er lugar, y con mucha razon, en la lista del *Señor Arias* pág. 71 del 2.° t. de sus Lecciones; y aunque es la última de la lista que pone el *Señor Martinez Robles* pág. 68 del t. 4.°

del *Herrera*, no es por ser la ménos interesante, sinó por estar dispuesta dicha lista por órden alfabético. El *pipirigallo* ó *esparceta*, que es la 12.ª del *Sr. Arias*, y la 8.ª que pone el *Sr. Martinez Robles* página 71, la *alfalfa* ó *mielga* que es la 13.ª del *Sr. Arias* y la 1.ª del *Sr. Martinez Robles*; y los *tréboles* que comprende el *Sr. Arias* en los números 14, 15 y 16, y de que habla el *Sr. Martinez Robles* en dicha página 71.

301 Ademas, para que sirvan de alimento á los ganados en los campos, y poder tambien traerlo á que lo coman en el pesebre, propongo, por observaciones propias, la *alfalfa árbol* ó *medicago arborea*, que es el *citiso* de los antiguos: y la *coronilla glauca* ó *colitui*, que tambien es un arbusto análogo, y que ambos se criarán muy bien al aire libre en la mayor parte del territorio español. Con la introduccion y generalizacion de estas plantas, hay lo bastante para dar el 1.er paso; pues se notarán desde luego las ventajas que producen: y con este provecho los Agricultores se estimularán y animarán á generalizar con la extension que corresponde, todo el sistema propuesto por los *Sres. Arias* y *Martinez Robles*. Todas estas plantas reunen la sancion de estos Sabios, y de otros muchos: y habiéndolas yo visto en plena, en mediana y en débil vegetacion, estoy convencido de sus ventajas por teoría, razon y esperiencia. Ademas, haré algunas indicaciones sobre otras, que en mi concepto han de producir muchas utilidades; pero que estas no se hallan todavía tan demostradas como aquellas de que acabamos de hablar.

Los *Sres. Arias* y *Martinez* manifiestan con mucha claridad y exactitud las cualidades de cada una de estas plantas, y sus ventajas; por lo que no las repetiré, añadiendo únicamente que el *vallico* es la planta que los ingleses llaman *ray-grass*, y que conviene á toda especie de terrenos, ya secos, húmedos, frios, cálidos, arcillosos, pedregosos, areniscos &c.; pero prospera y produce incomparablemente mucho mas en un buen terreno. Los que le dan un suelo mediano, solo deben esperar éxito moderado. Merece ocupar las mejores tierras, siendo de un gran producto, y uno de los mejores alimentos, ya verde, ya seco, ya en el campo, ya en el establo para toda especie de ganado; segado su heno al formarse la espiga, es muy sano y agradable para los caballos, dándoles fogosidad, ahoga todas las malas yerbas, y puede cortarse en verde desde el mes de abril, lo que es un gran recurso para el ganado en ciertos años. Los ingleses que, sin disputa alguna, deben reputarse por muy buenos economistas, forman con el *ray-grass* la mayor parte de sus prados y de sus pastos.

302 Bien preparado el terreno, en los términos que espresa en su obra el *Sr. Arias*, en la citada leccion, la cantidad de semilla que le

conviene es 50 libras al ménos por *arpent* en terreno bueno; pero si es mediano, se necesita mas semilla, pues tanto para esta planta como para las demas, cuanto peor sea el terreno, mas semilla se necesita. Esto viene á equivaler á echar unas 67 libras españolas á cada fanega española del marco Real (V § 33 Ar. de N.). Se pasa la rastra ó el rodillo; y si el objeto es segar en la primavera, y en estío, y hacer pastar las caballos y el ganado mayor en otoño, despues de sembrado el *ray-grass*, ó *vallico*, se siembran por cima tres libras de trébol grande rojo y una libra del trébol pequeño blanco, pero aparte y no mezclado con la semilla del vallico, porque siendo mucho mas finas no podrán esparcirse igualmente. Si no se trata de hacer pastar sinó carneros, no se siembra trébol rojo, sinó cuatro libras de trébol blanco. El vallico impide el mal efecto que produce algunas veces el trébol, dándose solo. Pueden hacerse tres cortes anualmente, si no se hace que pasten los ganados en otoño. El vallico subsiste por mucho tiempo y es de un producto admirable, si es en buen terreno y estercolado ó engrasado cada 3 años durante el invierno. Hace muy buenos céspedes, duplicando la cantidad de semilla.

303 El vallico se conoce generalmente en Francia con el nombre de *Ivraie vivace*; el Diccionario de Ciencias Naturales, tomo 24 pág. 48 dice: "Esta planta crece á las orillas de los caminos, y en los lugares incultos. Da un forrage muy nutritivo en la juventud de la planta, pero suministra entónces muy poco, y si se espera despues de la florescencia para cortarlo, tiene el inconveniente de venir á ser duro y de poco gusto á los animales. Esta graminea presenta por otra parte la ventaja de ser muy precoz, de retoñar fácilmente bajo el diente mismo de los animales, de brotar y de fortificarse tanto mas, cuanto mas la roe el ganado.........."

304 *Artur Young* opina que el Labrador mas rico es el que siembra mas pastos; y observa que el vallico esquilma la tierra y es una de las peores preparaciones para sembrar el trigo, lo que no es difícil de creer, pues pertenece á la misma familia; por lo que, despues de ella, se deben sembrar guisantes, algarrobas, patatas, zanahorias, remolachas, y otras plantas de naturaleza muy diferente, y esto por dos ó tres años; pero pues que dicha planta corresponde á todos los terrenos, y es buena para todos los ganados, yo la sembraría para que sirviese de pasto universal, aun en las montañas, mezclada con el *trébol*, la *alfalfa* y el *pipirigallo*, y con la *alfalfa árbol* y la *coronilla glauca* ó *colitui*.

305 En *Châteu-neuf* siembran el trébol, la alfalfa y el pipirigallo al principio de la primavera, por lo general, entre la avena de primavera, sembrándole no junto, sinó de dos veces, esto es, 1.° la avena

y luego una de dichas semillas, y se entierran con la rastra ó rastrillo al mismo tiempo. Si la sementera se hace en terreno donde está sembrado trigo, ó cebada, como el trigo se siembra por octubre, no se hace mas que esparcir la semilla del trébol, alfalfa ó pipirigallo sobre el trigo, y despues se pasa el rodillo. Y como en el mediodia de la Francia me habían dicho que se sembraba á un mismo tiempo por octubre cuando el trigo, me respondió el jardinero, que sería espuesto en paises frios el sembrar por octubre la alfalfa, el trébol ó el pipirigallo. La alfalfa da en Orleans solo dos cortes, ó á lo mas tres en buen terreno. Despues de haber dado los cortes, puede pastar el ganado desde setiembre ú octubre hasta febrero ó marzo; lo mismo el trébol y pipirigallo. La alfalfa la suelen sembrar tambien mezclada con el trébol; de este modo resulta la ventaja de que el trébol produce desde el 1.er año una buena cosecha, y la alfalfa no la da hasta el 2.º ú 3.er año, y como á proporcion que el trébol se debilita, se robustece la alfalfa, resulta siempre buena cosecha desde luego. Tomando un término medio acerca de la cantidad de semilla de prados, que se acostumbra sembrar en las inmediaciones de París, y haciendo las correspondientes reducciones á nuestras medidas y pesas, resulta que para sembrar una fanega de tierra española del marco real con alfalfa, se necesitan 36 libras de semilla. Para sembrar la misma fanega con trébol, se necesitan 30 libras. Y para sembrarla con pipirigallo, 440 libras. Y se reconoce generalmente que el trébol apetece las tierras un poco húmedas en que la arcilla domina; y rechaza el calcáreo, mientras que la alfalfa apetece las tierras un poco secas en que la sílice es muy dominante, y el pipirigallo prefiere aquellas en que domina el calcáreo; y como la mayor parte de los terrenos de España son calizos, esto es, calcáreos, se deduce que una de las plantas mas importantes para nuestros prados y pastos debe ser el pipirigallo. Entre los tréboles, se debe preferir el encarnado á todos los otros tréboles para alternar con el trigo, por dar mas pasto; pues se corta tres veces en el verano. Permanece 3 años en la tierra; y queda esta preparada para dar grandes cosechas de trigo; y por lo mismo lo proponemos, de preferencia á todos, en las secciones 4.ª y 5.ª de este capítulo, para desterrar los barbechos en España.

306 La alfalfa, siendo indígena de las partes meridionales de Europa, no puede venir bien en los paises en que los inviernos son rigurosos y de larga duracion; y aun en los climas templados, una fuerte helada, que sobrevenga despues de grandes lluvias, ó de la fusion de las nieves, le hace mucho daño. Esta planta pide una tierra que tenga mucho fondo y que no esté sujeta á demasiada humedad ni á

demasiada sequedad. Fructifica bien en una tierra ligera; se acomoda en una tierra arenosa, con tal que sea grasa: se debilita en las tierras fuertes, y en las que son ligeras; su raiz penetra difícilmente en las de la 1.ª especie, y carece de alimento en las otras. Un suelo puramente arcilloso le es de todo punto contrario. Ella quiere el aire libre y viene mal á la sombra de los árboles, á ménos que no sea en los paises del mediodia. Los riegos le son benéficos, con tal que las aguas no queden estancadas.

307 Despues de la naturaleza del suelo, su buena preparacion es el medio principal de hacer fructificar la alfalfa. La tierra, que se le destina, debe prepararse con 3 labores á lo ménos, de las cuales la 1.ª se practíca en setiembre, la 2.ª en noviembre y la 3.ª en el momento de hacer la sementera. Despues de la 2.ª labor, se pasa la grada ó rastra con el fin de deshacer los terrones; y si hay piedras en el campo, se tiene cuidado de quitarlas; hácia fin de febrero ó á mas tardar en marzo, se esparcen sobre el suelo los estiércoles destinados á mejorarle, y se entierran por una 3.ª labor. Estos estiércoles se deben elegir entre los mas podridos, y cada labor debe hacerse lo mas profunda que sea posible; porque la raiz de la alfalfa siendo nabosa y perpendicular, se introduce mucho en la tierra; por lo que es necesario favorecer esta tendencia, por medio de la cual, va á buscar su alimento muy profundamente, y se encuentra por este medio mas en estado de resistir la sequedad durante los calores del estío.

308 En el mediodia de la Francia y de la Europa, se siembra algunas veces la alfalfa en setiembre, y entónces las 1.as labores se hacen dos ó tres meses ántes. El sembrar en esta época no tiene mas riesgo que el que si vienen grandes frios en el invierno, estando las plantas tiernas y recien nacidas, pueden helarse; lo que no sucede ya en los inviernos sucesivos, que estando robustas pueden resistir.

309 La alfalfa por lo regular no se siembra sola, sinó casi siempre mezclándola con la avena ó con la cebada *: porque esta planta no produciendo nada el 1.er año, los Agricultores perderían los gastos de cultivo confiándola sola á la tierra, en lugar de que del otro modo quedan recompensados por la cosecha de avena ó de cebada, y por otra parte los tallos de estas cereales forman, para la jóven alfalfa, una sombra protectora que le impide el secarse por los ardores del estío. Cuando la alfalfa está sembrada, se cubre no empleando sinó la rastra ligera, á fin de no enterrar demasiado el grano; despues se pasa el

---

* En España por el contrario siempre se siembra sola; y creemos que es mejor método, por cuanto queda un escelente prado, y da forrage en el mismo año en que se siembra.

rodillo hasta que el terreno quede tan llano y liso como sea posible.

310 Se elije tanto como se pueda, para sembrar la alfalfa, un tiempo un poco húmedo, ya despues de las lluvias, ya cuando parece por el estado del cielo que no tardará en caer agua. Es tambien ventajoso sembrar esta planta los dias de niebla, ó por la mañana despues del rocío, y no durante el calor del dia y cuando hace un gran viento.

311 Cuando la tierra ha sido suficientemente humedecida por lluvias, y los 1.os dias de la primavera son calientes, la alfalfa no tarda en nacer. Hace pocos progresos el 1.er año y no tiene necesidad de ningun cuidado particular. No hay que temer que las malas yerbas la perjudiquen; pues al contrario ella las sufocará despues, cuando tenga mas fuerza, excepto algunas plantas robustas como los lampazos, cardos, &c., de que es necesario desembarazarla, arrancándolas con la azada.

312 En el caso de sembrar cereales con la alfalfa, se siegan á la época ordinaria de su madurez, teniendo cuidado de que el rastrojo quede alto, á fin de que los tiernos tallos de la alfalfa no se agosten. Al tercer año es cuando un alfalfar está en completo fruto; sufoca desde este momento todas las malas yerbas que su produccion, débil durante los 2 primeros años, habrá dejado crecer; y en una tierra que tiene fondo, da desde entónces 3 á 4 cortes por año, en las cercanías de París, y en el centro de la Francia; y en el mediodia, hasta 5 ú 6. En España se pueden obtener, con el auxilio del riego, los cortes que dice nuestro apreciabilísimo *Arias*, en lo que no hay exageracion; y acaso su prudencia le habrá hecho ser escaso respecto de algunas localidades, como la de S. Lucar de Barrameda. Aproximándose al Norte, no se hacen sinó dos cortes y aun uno solo por año. Yo he visto la alfalfa en las cercanías de París, á 49 grados de latitud, que daba 3 cortes al año; el punto mas septentrional de España, (§ 3 Ej. 5.º L. 3.º) no llega á 44.º; y la diferencia en latitud se compensa generalmente con las alturas sobre el nivel del mar á que se hallen los terrenos de cultivo, como hemos espresado (14. 3.º); por lo cual podemos deducir que en el terreno ménos ventajoso de España puede venir bien la alfalfa dando lo ménos 3 cortes en cada año.

313 El momento favorable para segarla, y que produzca buen forrage, es cuando las flores principian á abrirse: ántes, la planta es demasiado acuosa, ennegrece y disminuye mucho al segarse; mas tarde, sus tallos son demasiado duros para el diente de los animales, y no les suministran un alimento tan bueno y sabroso.

314 La alfalfa, dada en verde á las burras, á las vacas y á las ovejas que crían, les hace producir mayor cantidad de leche; y esta planta es en general uno de los mejores alimentos y mas

nutritivos para los ganados. Sin embargo, es necesario tener cuidado de no suministrársela sinó con moderacion, y mezclada con paja ó heno; porque dada sola, ó en demasiada abundancia, podría serles muy perjudicial. Así, la alfalfa seca enardece los animales; verde y en cierta cantidad los afloja, y despues los debilita: verde y en gran cantidad, les causa cólicos flatulentos que pueden hacerlos perecer en poco tiempo.

315 No se debe dejar pastar los alfalfares por ninguna especie de ganado en los dos 1.os años, y jamas por las ovejas. Un alfalfar bien dirigido da buen fruto por espacio de 10 á 15 años, y aun algunas veces hasta 20. Se destruye cuando no da mas que débiles productos, y la tierra, en que estaba, resulta sensiblemente mejorada y mucho mas propia los años siguientes, para el cultivo de cereales.

316 Si aparece en un alfalfar la *cúscuta ó epitimo*, que es una planta parásita, causa en él frecuentemente mucho daño; el mejor medio para destruirla es cortar todos los tallos de alfalfa que están cargados de ella, y quemarlos fuera del campo, despues de haberlos hecho secar suficientemente.

317 Se ha observado en las raices de la alfalfa, en el mediodia de la Francia, un hongo ó seta que causa igualmente grandes perjuicios, propagándose de unas á otras y haciendo perecer todos los pies que ataca. No se pueden atajar los progresos de este hongo, sinó abriendo al rededor de los parages, que están infectados de él, y á 2 pies de distancia, fosos de igual profundidad, y echando la tierra de ellos sobre los lugares donde ha perecido la alfalfa.

318 Se fabrica con las raíces de alfalfa secas, unos cepillos de dientes, á que se da un cierto color; se perfuman con vainilla ó ambar, y son buscados por las personas que deséan la conservacion de sus dentaduras.

319 Insertarémos aquí otras noticias acerca de la alfalfa. En la pág. 129 del tomo. 2.° de la Agricultura de *Ebn el Awam* se dice: "El alcacer ó mielga (dice Avicena) es pasto de todos los cuadrúpedos. Segun otros Autores dura esta planta en sitio de regadío como unos 20 años, pues aunque se siegue en cada uno cuando está para ello, auxiliándole despues con el riego, renacen de la raiz que le quedó en la tierra"

320 *Fr. Miguel Agustin*, conocido por el *Prior*, en su obra intitulada *Secretos de Agricultura*, *Casa de Campo y pastoril*, impresa en Zaragoza el año de 1703, pág. 182, dice: "La alfalfa se quiere sembrar al fin del mes de abril, en tierra arada 3 veces ó mas, y bien estercolada, despues no tocarla mas con hierro, sinó darle el riego á menudo.... Los Latinos la llamaban *medicina de los animales*."

321 En los elementos teórico-prácticos de Agricultura de *Duhamel*,

traducidos por *Don Casimiro Gomez Ortega.* tom. 2.° pág. 100, se dice: "Aunque hay varias especies de alfalfa, la llamada *Medicago major*, es la única que se cultiva para el ganado....... Echa raices gruesas, fuertes, y muy perennes ó duraderas........En ciertos años vemos multiplicarse en los alfalfares unas orugas negras que comen el verde. Así que se advierta el daño, y que se va multiplicando el insecto, es menester incesantemente dar por el pie á la alfalfa, mediante lo cual se muere la oruga, y retoñando luego la planta, se ve por lo regular desmejorada."

322 En el Reino de Valencia, cuando observan los cultivadores que la alfalfa se infesta de ciertos insectos que la roen y destruyen, los cazan con una manga de lienzo puesta en un aro y asegurada en una caña, ó baston; la pasan de abajo arriba rozando con las mismas matas y obligan á los insectos á que caigan en la manga y limpian de este modo el alfalfar: á cuya operacion llaman aquellos cultivadores *descuquillar*. *Don Claudio Boutelou*, en la adicion al cap. 24 del libro 4.° de *Herrera*, pág. 108 del tomo 3.°, dice: "varía la cantidad de simiente que se echa en cada tierra, segun la práctica ó costumbre del pais: generalmente se incurre en el defecto de sembrarla demasiado espesa: yo gradúo que para cada fanega de tierra de á 600 estadales se necesita una arroba de simiente de buena calidad..........Un par de bueyes se puede mantener un año entero con la yerba que produce una fanega de tierra de alfalfa." Termino lo relativo á la alfalfa, manifestando que la he visto en Fuenterrabía, al nivel casi del mar, dar 6 cortes al año, á saber: en febrero, abril, mayo, julio, setiembre y diciembre; y como Fuenterrabía se halla en la parte mas septentrional de España, resulta que por lo general en nuestra Península se podrán dar estos mismos cortes; pues la mayor altura de los parages sobre el nivel del mar y su mayor distancia á las costas, podrá reputarse compensados con estar mas meridionales dichos parages.

323 Como yo había oido muchas veces al *Sr. Arias* que el *citiso* de los antiguos, era lo que en el dia se conoce con el nombre *alfalfa árbol* en el lenguage vulgar, ó de *Medicago arbórea* en el de Linnéo, llamé varias veces la atencion de *Mr. Bosc* sobre este particular: quien me lo confirmó, añadiendo que esto ya no presentaba duda; pues que *Mr. Lamoureux* lo había demostrado en una Memoria. Teniendo ya la confirmacion de la opinion del *Sr. de Arias*, me dediqué á reunir materiales para dar á conocer el modo de sacar partido de este preciosísimo arbusto.

324 El *Sr. Arias* en el capítulo adicional al libro 3.° de Herrera, *sobre varios Árboles, de que no trata dicho Autor, ni se han in-*

cluido en el cuerpo de la Obra, pág. 444 del t. 2.°, dice así. "El citiso, llamado falso ébano ó codeso de los Alpes.......... se multiplica en todas partes por semilla, por estaca, y por acodo......... Los Geopónicos antiguos hablaron mucho del citiso como planta de pasto; y á pesar de lo que se estendieron en describirle, principalmente *Columela*, no se atrevió *Rozier* á señalar cual fuera la especie tan recomendada; mas en el dia se cree generalmente que es el *Medicago arbórea* de *Linneo*. Este vegetal, á quien podrémos denominar *alfalfa árbol*, mantiene su hoja fresca todo el año; y por lo mismo es muy á propósito para alimentar los ganados: se halla en flor casi todo el invierno y primavera, y por esta causa ha sido trasladada á los jardines en donde se cultiva como planta de adorno."

325 *Columela*, en el libro 5.° cap. 12 t. 1.° pág. 227 edicion de Madrid año de 1824, dice: "Será muy útil que haya en la heredad la mayor porcion posible de citiso, porque es muy provechoso para las gallinas, las abejas, y las cabras, y tambien para los bueyes y toda clase de ganados, pues les engorda pronto y da mucha leche á las ovejas.... Para el caballo hay bastante con 15 libras de citiso verde: para el buey con 20; á los demas ganados se les da á proporcion de sus fuerzas."

326 *Plinio*, en su Historia natural, dice: "el citiso es un arbusto celebrado con admirables loores de *Aristómacho* Ateniense, Para sustento de las ovejas; y cuando es seco tambien para los puercos.... Fué hallado este arbusto en la Isla de Citiso, y de allí fué trasladado á todas las Islas Cicladas, despues á las Ciudades Griegas con gran aumento de renta del queso: por lo cual me admiro mucho que sea raro en Italia. No teme injuria ó daño de calores, ni de frios, ni de granizos, ni nieve."

327 *En el Virgilio ad usum Delphini* (Venet. 1752). Nota pág. 7 se dice: "*Cytisum*. Especie de yerba de que se habla con gran variedad, y su descripcion muy diversa segun varios Autores. Consta que engorda el ganado y aumenta su leche. Dícese que se vió la 1.ª vez en la Isla Citiso, una de las Cicladas y que de ella tomó el nombre de citiso."

328 No será inoportnno el que pongamos aquí algo del resúmen y conclusion del artículo de *prados naturales*, inserto en la pág. 471 del tomo 10 del *Nuevo Curso de Agricultura*, que es como sigue. "Se ve por los detalles en que acabamos de entrar sobre el cultivo de los prados naturales, que las mejoras, de que los prados son susceptibles segun su clase, no son ni difíciles de comprender ni dispendiosas de ejecutar, y que son generalmente ventajosas........ Con mas forrage, se podrían criar y engordar anualmente mayor número de animales: aumen-

tando el número de estos, su precio sería mas moderado, la mano de obra resultaría ménos cara, y se ahorrarían gastos; la Agricultura, el Comercio y las Artes tendrían mas medios de prosperar, y la generalidad de los Franceses podría procurarse un alimento mas sustancioso, y por consiguiente adquirir una constitucion mas robusta. En fin, aun cuando la mejora general de los prados naturales no produjese otro efecto que el de criar anualmente mas ganados, tanto para el trabajo como para cebarlos y que sirvan de alimento á los racionales, al nivel de las necesidades del consumo general, la Francia se hallaría descargada del tributo que paga al estrangero para completar este objeto de consumo." Y como en España estamos mucho mas atrasados en esto que los Franceses; y por otra parte nuestro terreno es mejor, serán mayores las ventajas si aprovechásemos nuestras hermosas localidades con los debidos conocimientos: y por lo mismo cuanto se dirija á conseguir este objeto, es del mayor interes; por lo que ha exigido tanta consideracion, cuidado y esmero por mi parte: debiendo añadir, que cuanto llevo espuesto, ó lo he practicado mas ó ménos por mí mismo, ó lo he visto practicar. Mas lo que ahora voy á insertar, aunque me parece muy digno de atencion, debo sin embargo advertir que, como ni lo he practicado, ni visto practicar con toda la estension que conviene, es de la mayor importancia el que se hagan los correspondientes ensayos y observaciones.

329 Ante todas cosas, debo manifestar, que ha llamado muy poderosamente mi atencion la planta que en español se designa bajo el nombre de *Colitui* ó *Coletuí*, y en el lenguage de Linnéo *Coronilla glauca*. Sobre esta planta solo hemos encontrado en español, lo que dice Don Antonio Sandalio de Arias y Don Claudio Boutelou. El 1.° de estos Autores, en la pág. 217 de la 2.ª edicion de su Cartilla de Agricultura, dice lo siguiente: "El *colitui* es un arbusto de muy buena figura y adorno. Se siembra por marzo, abril y mayo. Con esta planta se forman ayas, bolas y otras figuras, recortándolas con las tijeras." El 2.° Autor, pág. 412 de su *Tratado de las flores*, dice: "Tambien se cultivan en los jardines de flores, la *coronilla* ó *coletui* (*coronilla glauca* Lin.)" Como esta planta se halla verde siempre con unos tallos muy largos y tiernos, y está florida lo ménos 5 meses del año, me pareció desde luego que era una de las mas adecuadas para los ganados; y en las inmediaciones de Madrid la he dado yo personalmente á comer á toda especie de animales, y aun á las gallinas; y todos, todos, todos sin escepcion alguna la han devorado con una ansia estraordinaria. Las avejas se ceban muchísimo en su flor, que abunda sin disputa alguna mas que en ningun otro vegetal; y por otra parte, la flor da una hermosa vista á los campos y comunica al aire cierta fragancia salutífera. En

Madrid se cria perfectamente al aire libre, en casi todos los jardines. Por consiguiente, en todos los paises mas meridionales, ó mas septentrionales, pero que no estén demasiado altos sobre el nivel del mar, se criará perfectamente al aire libre.

330 Como por ingrata y estéril que parezca una tierra, es posible hacerla producir, si se atina con las plantas que corresponden á su localidad, llamó mucho mi atencion el examinar el partido que se podía sacar del terreno que media entre Cádiz y la Isla de Leon. Todos los que conozcan aquella posicion, saben que dicho terreno se compone de arena pura muy menuda y suelta, principalmente hácia *Torre Gorda* y *Sancti Petri*; en tales términos, que cuando reina el viento levante, se forma una nube tan espesa de arena, que es muy dificultoso y espuesto el ir por tierra desde Cádiz á la Isla. Por esta causa, y habiendo permanecido allí durante el sitio de aquella Plaza, en la guerra de la independencia, fijé mucho mi consideracion en la importancia de investigar si habría un medio de hacer consistentes aquellos terrenos con algunas ventajas; y por observaciones propias, hechas en las inmediaciones de Toulon, me parece que se podrá conseguir tan importante objeto, sembrando allí el *elimus arenarius* y el *paspalum stoloniferum*: y de ambas plantas he traido y podido conservar algunas semillas por estar en cajon diferente del que citaré (§ 346) de este mismo libro. La utilidad del *elimus arenarius*, ó *elimo de los arenales*, no se puede poner en duda; pues *Don Antonio Sandalio de Arias* la pone en su Catálogo de las plantas que se encuentran espontánea y abundantemente en España, y pueden servir para el pasto de los ganados; y resulta por la pág. 368 del 2.º tomo de sus Lecciones, como buena para el ganado vacuno; por la pág. 379 para las cabras; por la 392 para las ovejas; por la 403 para toda clase de caballerías; y por la 418 para los cerdos. Luego su utilidad y el convenirle el clima de la España no puede estar mas reconocida; y lo único que yo añado es que, por mis propias investigaciones, me parece la mas adecuada por los arenales de la Isla de Leon y otros semejantes. Yo traje semilla de la que se cultiva en las inmediaciones de Toulon por si reune alguna circunstancia mas que el de España, y la daré á quien guste hacer ensayos acerca de su propagacion, así como de las otras de que hablo al fin de este capítulo (§ 447). Son tambien adecuadas para el mismo efecto el *paspalum stoloniferum*, el *arundo arenaria* de Linnéo, el *elimo de Virginia y el racemoso.*

331 Pasemos á otras indicaciones que juzgamos de importancia. Repetidas veces he manifestado en mis obras, que son muy dignas de exámen por las personas inteligentes varias prácticas establecidas en Es-

paña. Por esta causa, me parece oportuno espresar aquí lo que he visto practicado en Fuenterrabía por uno de aquellos que habitan en los caseríos. Me dijo que á los animales sucede una cosa análoga á lo que se verifica en los racionales; y es que se ve frecuentemente no poder comer ya mas de un manjar por esquisito que sea; y sin embargo, presentándoles otros manjares diferentes, los comen con apetito &c. &c. Por cuyo motivo, él daba mezclada la hoja de las diferentes plantas; y que en general dándoselas alternadamente, él habia obtenido resultados muy ventajosos. Me dijo igualmente que la hoja de las *zanahorias*, *raiz de la abundancia*, *y remolachas*, se cortan y sirven para las vacas, que las apetecen mucho y principalmente alternando su comida con paja ú otras cosas secas; que las hojas de las zanahorias se pueden cortar lo ménos duplo número de veces que las de la remolacha. Que las vacas comen con mas apetito la hoja de la zanahoria que la de la remolacha; pero que se verifica lo contrario en la raiz, esto es, que comen mejor la raiz de la remolacha que la de la zanahoria; y que el mezclar las hojas de *zanahoria*, *remolacha*, *col*, *raiz de la abundancia*, *trébol* &c. &c. &c. había producido muchas ventajas. En Fuenterrabía llamó mucho mi atencion el ver la mucha hoja, y semilla que daba la raiz de la abundancia; pues se elevaba la planta á mayor altura que la de un hombre; y la raiz pesa de 20 á 25 libras. Y para asegurarme yo por mí mismo de las ventajas que produciría el generalizar este cultivo, hice el ensayo siguiente. A últimos de julio de 1829, en 30 pies superficiales de terreno, sembré la raiz de la abundancia, á los 20 dias arranqué varias, las trasplanté y prendieron muy bien. A los 2 meses arranqué algunas de las mas crecidas para las vacas y las comieron muy bien; corté las hojas á las demas y tambien las dí á comer á las vacas. En 1.° de noviembre habia 26 plantas en los 30 pies superficiales. Despues, yo me vine y no supe el resultado; pero no me queda duda de que sembrándolas espesas, como nacen tan pronto y crecen con tanta celeridad, se pueden ir entresacando, y ademas cortar la hoja lo ménos dos veces: de modo que en el intermedio de 5 meses se pueden obtener 2 cortes de la hoja, estar entresacándose todo este espacio de tiempo; y las últimas que se quiten, se guardarán para alimento de las vacas en el invierno; pues se conservan muy bien en pilas, y las apetece mucho el ganado.

Debo llamar aquí tambien la atencion acerca de una observacion que yo hice en Andalucía cuando niño; y fué el ver que mantenían los pavipollos con ortigas cocidas y mezcladas con salvado. Observé que esta planta siempre estaba verde, que se hallaba con toda su lozanía cuando apenas vegetaban las otras; y que habiéndolas criado la naturaleza con

tanta profusion en todas partes, y con especialidad las mas próximas á los hombres, pues se hallan con frecuencia entre los escombros de los corrales y casas arruinadas, parece que, próvida la naturaleza, lo ha de haber hecho para que coopere á satisfacer nuestras necesidades. Luego, he tenido la satisfaccion de ver que *Don Antonio Sandalio de Arias* en la 27.ª de sus lecciones, al enumerar los vegetales que, ademas del cáñamo y lino, dan fibra capaz de hilarse, espresa las diferentes ortigas que crecen espontáneamente; y en el catálogo de las diferentes plantas que se empléan ó pueden emplearse en las artes, pág. 262 del 2.º t., ocupan el 7.º, 8.º y 9.º lugar, entre las plantas de fibra sólida para la hilaza, el *lino de la china* ó *urtica nivea*; la *ortiga como cáñamo* ó *urtica cannabina*, y la *ortiga desparramada*, ó *urtica divaricata*. Segun las noticias y apuntes que yo he podido recolectar, estas 3 especies de ortigas satisfacen perfectamente en muchos paises al objeto que espresa el *Señor Arias*; pero la *urtica cannabina* ú *ortiga como cáñamo* reune ademas otras 3 circunstancias que la hacen digna de fijar la atencion de los espíritus investigadores, y son: 1.ª que su cultivo no exige ningun cuidado, y que sembrada una vez en el campo no hay necesidad mas que de irlas á segar á su tiempo; 2.ª el que su hoja ya seca, ya preparada como dirémos, puede servir de forrage para los ganados; y 3.ª que su semilla puede servir tambien para las aves, y otros animales que la apetecen mucho. Por esta causa, voy á poner aquí algunas otras noticias.

332 En el Diccionario de Ciencias naturales, tomo 36, artículo ORTIE, *urtica* (Lin.) despues de hablar de 9 especies de ortigas, dice pág. 499 "Las ortigas son en general plantas despreciadas ó descuidadas, las mas veces de aspecto algo triste; sus flores no tienen brillo, y su contacto causa una impresion desagradable, y aun dolorosa; se hallan como retiradas ó apartadas en los sitios eriales ó estériles, y las que alguna vez crecen en nuestras praderías se arrancan cuidadosamente para esterminarlas. Sin embargo, ciertas especies son susceptibles de emplearse con alguna ventaja en la economía doméstica, y el arte ha procurado aprovecharse de algunas de sus propiedades. La *urtica dioica* puede servir de alimento al hombre y á los animales...... Sus tallos cortados en el estío y encharcados ó enriados, suministran como el lino y cáñamo, una hilaza que se puede emplear en los mismos usos que los de estas dos plantas...... Los habitantes de Kamtschatka hacen sus redes de pesca, sus jarcias ó cuerdas con la ortiga de hojas de cáñamo. Las mugeres de los Baschkirg hacen hilo de ella."

333 En el tomo XV del *Diccionario Tecnológico* pág. 62 art. *ortie*, se dice: "Todos conocen este vegetal que infesta los jardines, los va-

llados, las paredes &c., y que solo el contacto de sus hojas basta para causar un dolor momentáneo muy sensible. No hablaríamos de esta planta, á la cual los cultivadores hacen la guerra, si no se la hubiesen hallado algunos usos en la economía doméstica. Se cultiva en Suecia como forrage, y se cree que la leche de las vacas, que se alimentan con ella, es muy rica en crema. Con sus hojas picadas, y mezcladas con salvado y cebada, se forma una pasta para engordar las aves. Los chalanes dan la semilla á los caballos para escitarlos á dar el paso mas vivo y hacer que tengan el pelo mas brillante. Se cree que las gallinas que comen dicha semilla ponen con mas frecuencia. Últimamente sus tallos, preparados como los del cáñamo, por el enriado, suministran una hilaza muy resistente. La *urtica cannabina* y *nivea* son las mas propias para este uso, y en él se empléan en Siberia y en China."

334 La 2.ª memoria de la obra de *Mr. Lardier* ya citada (§ 412 L. 5), que se halla en el 1.er tomo, trata *de los prados artificiales y del modo de establecerlos en toda clase de terrenos*. La introduccion principia: "Nuestros mas ilustres Agrónomos han señalado como uno de los grandes defectos de la Agricultura en Francia, la poca proporcion que hay entre las tierras destinadas á prados y las cultivadas de granos; de donde resulta la carestía de los ganados que se destinan á la carnicería, y la escasez de los abonos animales, sin cuyo auxilio nunca puede hacer progresos la Agricultura. Esta desproporcion, y la estension desmedida de las tierras destinadas al cultivo de las plantas cereales y de la vid, han sido en todos los paises, y principalmente en nuestros departamentos meridionales, el resultado de la funesta epidemia de los desmontes mal entendidos; y no se puede ménos de conocer esta causa, cuando se considera la conducta opuesta de los Ingleses, entre los cuales el aumento de pastos ha elevado la Agricultura en la misma proporcion que ha decaido la nuestra." Pone por nota. "En Inglaterra hay 5 veces mas pastos que tierras labrantías, mientras que en nuestros departamentos del mediodia, hay por lo general 6 á 7 veces mas tierras labrantías que pastos; lo que hace nuestra Agricultura tan viciosa."

335 Para poder apreciar los resultados ventajosos en los prados artificiales, oigamos á *Mr. Perrin Dulac*, Sub-Prefecto de Sancerre, departamento del Isère. "No temo asegurar, dice, que un nuevo Epimenides que, despues de un sueño de 40 años, dirigiese los ojos sobre estos paises, no conocería ni los hombres, ni los animales, ni el suelo. Antes de esta época, no existían otros abonos que el estiercol de los animales, ni prados artificiales, ni canales de regadío; las casas de cultivo eran chozas ó cabañas, donde los Labradores, mez-

»clados con las bestias, buscaban un abrigo contra el rigor de las esta- »ciones; los instrumentos aratorios eran deformes y toscos; su enorme »peso apenas permitía que los llevasen animales poco alimentados; en »todas partes á una cosecha abundante sucedían uno y las mas veces »dos años de barbecho; en el campo no había hombres instruidos; los »que sobresalían por su educacion entre los demas, se hubieran avergon- »zado de habitarle y de aplicar en él sus conocimientos. Desde este »tiempo ¡qué admirable diferencia! Los prados artificiales son mas »abundantes que los naturales solo con el empléo del yeso * el mas po- »deroso abono mineral conocido; los canales de regadío llevan la ferti- »lidad á todas partes donde pueden conducirse las aguas; los escremen- »tos humanos, empleados en el cultivo del cáñamo, han aumentado su »cantidad y cualidad; el campo está cubierto de mas casas y mas có- »modas; los animales están mejor alimentados y mas vigorosos: los »instrumentos de labor perfeccionados; suprimidos los barbechos; y úl- »timamente hombres distinguidos, al frente de sus labores, instruyen »al pueblo, no con libros, que no lée, sinó con lo que entra por sus »ojos y que habla á su interes, es decir, por los resultados de espe- »rimentos numerosos y dirigidos con esmero y economía...." Puede sen- tarse, en virtud de esto, que la introduccion de los prados artificiales debe considerarse como el descubrimiento de una especie de *piedra fi- losofal* en Agricultura......"

---

* Como por una parte el terreno de España es generalmente seco, y está ya reconocido que el yeso atrae la humedad del aire y es un poderoso estimulante de la vegetacion, resulta de la mayor importancia para los Españoles, en la actualidad, el enterarse de sus efectos y uso, con el fin de poder sacar partido ventajoso de él, ínterin que nuestros Agricultores llegan á hacer de regadío sus terrenos; por lo cual juzgo del mayor interes el insertar aquí los resultados de un informe que mi amigo el infatigable *Mr. Bosc* dió en 1822. "Hay, dice este apreciable Sabio, mucha divergencia en las respuestas de los corresponsales; pero ellas nos enseñan: 1.º Que el empléo del yeso está ya muy estendido y se propaga mas y mas. 2.º Que el yeso calcinado y el crudo obran igualmente, el 1.º mas pronto, y el 2.º durante un tiempo mas largo. 3.º Que el yeso produce su efecto como atraente de la humedad del aire y como estimulante de la accion vital. 4.º Que es sobre hojas nacientes, y poco despues de la lluvia ó durante el rocío, cuando es necesario esparcirlo en polvo. 5.º Que sus resultados se dejan conocer en los cortes subsiguientes de los prados artificiales, aun despues del intervalo de un invierno. 6.º Que generalmente, él duplica la cosecha de los tréboles y las alfalfas, y algunas veces la de los pipirigallos. 7.º Que los prados artificiales, en tierra firme, seca y ligera, son aquellos sobre los cuales es mas marcada su accion, particularmente cuando el año es igualmente seco. 8.º Que su uso demasiado repetido apresura el agotamiento del suelo, si no le acompañan abundantes abonos. 9.º Que su accion se verifica en todas las hojas anchas y espesas, en los prados naturales que contienen muchos tréboles y otras plantas análogas; porque es nulo en las plantas cereales y otras

Divide la memoria en dos partes; y el artículo 9 pág. 29 dice así: "*Paspalum stolonifère*. Esta planta, que no se ha descrito aun científicamente, la encontraron en el Perú los Botánicos Españoles. La semilla, enviada á España, se ha cultivado por *Mr. Boutelou*, jardinero del Rey en Aranjuez; el cual envió tambien semillas á sus hijos en París, quienes las han cultivado con buen éxito."

336 El artículo 4.º de las *plantas leguminosas vivaces*, pág. 63 dice así: "*Pipirigallo de España* ó *Zulla* (*hedysarum coronarium* Linn.). El pipirigallo de España, cultivado en Malta y en Calabria, bajo el nombre de *Sulla*, da uno de los mejores forrages conocidos, y pudiera alimentarse en los cantones mas calientes de los departamentos de las Bocas del Ródano y del Var. En una memoria sobre esta planta, inserta entre las de la Sociedad de Berna, *Mr. Grimaldy* nos ha enseñado que los Calabreses siembran su semilla sobre el rastrojo, que queman al dia siguiente; la cual principia á crecer en otoño y presenta en la primavera un prado espeso y soberbio, y que si dicha estacion ha sido lluviosa, las plantas se elevan hasta la altura de un hombre. Se siega en el mes de mayo, cuando está en flor, y se da á las caballerías, á las que purga y engorda en poco tiempo. Alzada la cosecha, se labra la tierra, se siembra trigo en ella, el cual prueba mejor que en los campos no *sullados*. El pipirigallo no se manifiesta de ninguna manera en este trigo; pero luego que se ha segado y quemado el rastrojo, se ve al pipirigallo volver á parecer milagrosamente y cubrir el campo como la 1.ª vez; y así sucesivamente de 2 en 2 años,

gramineas de hojas secas y rectas. 10.º Que mejora los productos de las cosechas subsiguientes de cereales, principalmente cuando no se prodiga demasiado. 11.º Que no son los forrages abonados con el yeso, sinó los forrages enmohecidos los que ocasionan enfermedades á los caballos...... Se empléa el yeso en polvo, esparciéndolo sobre las hojas de las plantas, cuando están mojadas, y por consiguiente, en estado de retenerle. La cantidad de yeso que conviene esparcir sobre el terreno debe ser igual á la del grano de trigo que se sembraría en el mismo terreno."

En el artículo *plâtre* (yeso) pág. 57 del tomo 12 del *nuevo curso de Agricultura*, se dice: "No parece haber en Europa mas que 3 depósitos de yeso, á saber: el de las cercanías de París, el de las inmediaciones de Aix, y el próximo á Burgos." A estos se deben añadir los que hay desde las cercanías de Madrid en el canal hasta Villarrubia de Tajo, que todo es un puro terreno de yeso cristalizado por todas partes, á que llaman *espejuelo*. Y teniendo nosotros en el centro de la España el depósito mas abundante que se conece, pues los de las cercanías de París y de Aix ni son tan grandes, ni el yeso es tan puro y cristalizado; y siendo un abono que triplica las cosechas, y habiéndose observado que su accion se verifica atrayendo la humedad, y que produce muchos mas efectos sobre los terrenos secos que sobre los húmedos, ¿no sería muy ventajoso é importante el introducir su uso para abono de los prados en la Mancha, y cercanías de Madrid donde son de tan absoluta necesidad?

ó un año sí y otro no, sin que haya necesidad de volver á sembrar esta planta en mas de 40 años. En Malta solo hay este forrage; y se siembra desde le primavera hasta el mes de agosto. En abril y mayo, los bueyes y otros ganados van á pastar su yerba en los sembrados; su pisotéo rompe la cubierta de la semilla, y la entierra lo bastante. Igualmente se siembra en los trigos prontos á segarse; el pisotéo de los segadores la cubre y entierra, y en el mes de mayo del año siguiente, se coge este forrage, y algunas veces en abril cuando la estacion es precoz. Esta semilla conserva largo tiempo la facultad de germinar *."

337 El artículo 3.º de las plantas diversas *pertenecientes á familias diferentes de las gramíneas y leguminosas*, pág. 85 dice así: "*Ortie* (*Urtica dioica Linn.*). Los Botánicos han descubierto mas de 50 especies de ortigas; pero solo tratarémos aquí de la indígena, despreciada generalmente á causa de sus agudos pelos. Esta planta vivaz crece por todas partes; no rehusa tierra, ni posicion alguna; arena, arcilla, creta, tierra cálida ó ardiente, húmeda, cascajo, por poco humus ó mantillo que contenga; la ladera, el llano, las hondonadas, el norte, el

* Yo he considerado siempre como una fatalidad sumamente perjudicial, la indiferencia y aun el desprecio con que nosotros miramos nuestras cosas. Jamas he oido hablar en España de este *pipirigallo*, que los estranjeros apellidan de *España*, ni que se haya hecho ningun elogio particular: los escritores geopónicos sí suelen hablar de la *zulla*, pero lo hacen de un modo frio, y que no escita ninguna de las idéas de importancia que aquí se le dan: el nombre de *Sainfoin d'Espagne*, con que lo caracterizan los estranjeros, parece indicar á no dudarlo, que es originario de nuestro pais; motivo por el cual he tratado de adquirir noticias, tanto dentro de España como fuera, para comprobar lo que acabamos de indicar. Por esta causa, aprovechándome de la ocasion de viajar por Italia mi hijo político *Don José María Vallterra*, le encargué adquiriese noticias sobre este particular; y con fecha de 23 de febrero del presente año de 1833 me dice desde Nápoles "Aquí hemos visto al Catedrático de Botánica, y nos ha dado algunas pocas noticias sobre el cultivo de la *Sulla ó Zulla*. Se cultiva en Sicilia; y de pocos años acá en Calabria en terrenos gredosos y de secano; se siembra en primavera y otoño, y se hacen dos ó tres cortes."

Tambien he practicado algunas diligencias para enterarme de su cultivo en España; y la que mas efecto ha surtido, es que el *Señor Don Fermin Rodriguez*, Asesor general de Mostrencos, y Apoderado general de mi discípulo el *Excelentísimo Señor Marques de Villafranca*, escribió á *Don Antonio Almadana y Ordiales*, remitiéndole una notita mia sobre el particular; y en su contestacion se espresa "dicha yerba (la Zulla) se cria naturalmente en este pais en tierra gruesa blanquecina, ó parda, que llaman *albariza*, y no se la da otra labor que la de quitarle las malas yerbas para que se crie con mas lozanía, siendo el tiempo de su siembra antes de las primeras aguas del otoño, advirtiendo que despues de segada, se puede sembrar en la misma tierra lo que se quiera, porque dicha yerba echa una fuerte raiz, y al año siguiente vuelve á criarse sin necesidad de sembrarla, debiéndose hacer la siembra con arados la primitiva vez. Las utilidades que rinde esta yerba son: el que verde, es un escelente pasto para todo género de ganado, y á mas de esto se puede secar, y guardar para el invierno, sin que pierda nada de su buen gusto y calidad."

mediodia, por todas partes donde una raiz cualquiera puede hallar con que vejetar, se cria la ortiga, vive y propaga...... Pocos forrages hay como este, verde ó seco, que mas aproveche á todo ganado, para alimentarle, conservándole su buena carne y salud. Particularmente á la vaca lechera es á la que importa dársela en tanto que la quiera comer, si no se teme el trabajo de la ligera preparacion con que conviene sazonarla. He aquí á lo que se reduce. La vaquera colocará por la tarde en una cubeta, dornajo ó artesa de unos 2½ pies de largo, cuyas orillas estén levantadas unas 6 pulgadas, un haz de ortigas desatado, al cual se le darán 5 á 6 hachazos para cortarla en dos. Derramará sobre el haz un caldero de agua caliente, y la dejará remojar ó empapar toda la noche. Al dia siguiente, la ortiga se habrá reverdecido como un cesped en mayo: la vaquera la despolvoreará con sal echando 3 grandes puñados de salvado, y medio puñado de sal; presentará la cubeta ó artesa á la vaca, teniendo cuidado de no derramar el agua, que la vaca apetece con ansia, y que beberá siempre hasta no dejar gota....... La ortiga suministra una hilaza, cuya tela es de la mejor calidad, y que blanquéa mejor y mas prontamente que las de cáñamo. Para este uso se cultiva en Egipto. Se ha observado en Suecia, que es un remedio excelente contra todas las enfermedades epizoóticas, es decir, enfermedades contagiosas de los ganados."

338 Terminarémos esta seccion por las observaciones y esperimentos que yo tengo hechos acerca de la *urtica cannabina*, *ú ortiga de hoja de cáñamo*, que se cultiva en el Real Jardin Botánico de Madrid al aire libre. En principios de noviembre de 1832 se cortaron, usando de guantes, los vástagos ó tallos de la espresada *ortiga de hojas de cáñamo*, *ó urtica cannabina* Dichos vástagos tenían como unos 7 pies de largo; se dejaron por unos dias á la sombra para que se desprendiese la hoja; despues se ataron formando un haz, y se pusieron en un estanque para que se macerasen como el cáñamo. A los cinco dias pareció que ya estaba como correspondía; se sacaron y pusieron á la sombra para que se enjugasen, porque la estacion era muy lloviosa. Cuando ya estuvieron secos, tratamos de machacarlos; y desprovistos de los medios adecuados, se hizo uso de lo que se nos presentó ménos desventajoso. Sobre un asiento de piedra berroqueña, principiamos á machacar aquellos tallos con una maza tosca que se hizo descortezando el tronco de un árbol. Como dicho asiento presentaba una superficie desigual, y la maza no era bastante lisa, resultó que la fibra se cortaba ó rompía; pero desde luego se notó que había fibra. Por lo mismo, se buscó despues un madero sobre el cual se machacó, y se pudo obtener como unas 5 onzas de fibras parecidas á las del cáñamo ordinario, aun-

que un poco mas moreno, y no tan limpio: lo que podía provenir de los medios groseros de que nos habíamos valido para obtenerle. Llevé esta fibra al Hospicio, donde á mi presencia el 17 de diciembre de 1832, hice que me la rastrillasen, y obtuve como una cuarta parte de fibra ya mas parecida á la del cáñamo, pero de la longitud regular del lino, y dos cuartas partes de estopa, habiéndose desperdiciado la otra cuarta parte. Con la estopa se hizo, tambien á mi presencia, una cuerda de dos hilos ó cabos como de 3 líneas de diámetro. Para poder comparar despues la resistencia, se hizo tambien, otra cuerda todo lo posible igual en grueso. y modo de hacerla con esta, del cáñamo que llaman de 1.ª suerte; y tambien otra igual del de 2.ª. Hice hilar aquella misma tarde, en dicho establecimiento, la parte mas fina, y despues se torció formando un hilo de 2 cabos. Esta operacion se equivocó en un principio, pues se verificó en direccion contraria de la que debía ser; pero luego se remedió algun tanto, y por fin se obtuvo hilo compuesto de 2 cabos, como de media línea de diámetro. Y con el objeto de comparar su resistencia con otro del mismo tamaño aproximadamente, pedí un pedazo de hilo de cáñamo del mismo diámetro, pero formado retorciendo 4 hilos. Entregué como la mitad de la cantidad de hilo que obtuve, á mi mui apreciado Amigo y Maestro *Don José Duro*, de quien tengo hecha la debida mencion honorífica (§ 118 L. 4) para que tuviese la bondad de aplicarle el procedimiento del blanquéo. Le dió una inmersion en la disolucion de cloro dilatada en agua durante 12 horas; y habiendo lavado perfectamente la madeja en agua clara, se la sumergió durante otras 12 horas en una legía de sosa cáustica á 3 grados del areómetro de Beaumé. Estas operaciones las repitió 2 veces bajo las mismas condiciones de tiempo &c., y por el grado de blancura que aquirió la madeja, parece que la fibra se presta mejor que la del cáñamo á este método de blanquéo. Traté despues de averiguar la resistencia que tenía dicho hilo y cuerda, para compararla con la del cáñamo; lo que verifiqué en casa de mi Amigo *Don Miguel Piñol*, de quien tambien tengo hablado (nota del § 19 L. 7). Y los resultados obtenidos el sábado 20 de abril de 1833 fueron los siguientes: 1.º se pesaron 3 pies españoles de la hilaza de la ortiga, conforme salió de la rueca y pesaron 6 granos; por consiguiente un pie pesó 2 granos. Se cortó un pié longitudinal, se hizo en uno de sus estremos una lazada para introducirla en un garfio: y el otro se ató al asa de una espuerta. Se principió á echar arena, y en el ínterin que se iba cargando la espuerta con la arena, se destorció algun tanto; y se rompió con un peso de 3 libras y 7 onzas; por lo que corresponde á cada grano de la hilaza de ortiga el romperse con 1,71875 libras

de peso. 2° Se pesaron 3 pies del hilo retorcido de 2 cabos de ortiga de lo ya blanqueado; y pesaron 9 granos y $\frac{1}{4}$; por lo que un pie pesó 3 granos y $\frac{1}{12}$ de grano. Se advirtió que con la operacion del blanquéo se había destorcido enteramente; por lo que casi se podía considerar como 2 hilos sueltos; y se rompió con un peso de 3 libras y 15 onzas y $\frac{1}{2}$; y corresponde á cada grano romperse con un peso de 1,277 libras. 3.° Se pesaron 3 pies del mismo hilo de 2 cabos, pero sin blanquear y pesaron 11 granos y $\frac{1}{2}$; luego cada pie longitudinal pesó 3 granos y $\frac{5}{6}$ de grano; se rompió con un peso de 8 libras y 4 onzas; y corresponde á cada grano romperse con un peso de 2,15 libras. 4.° Se pesaron 3 pies del hilo de cáñamo compuesto de 4 hilos y cuyo diámetro era un poco menor, por estar mas retorcido, y pesaron 9 granos, por lo que cada pie pesó 3 granos; se rompió con un peso de 10 libras y 6 onzas; por lo tanto corresponde á cada grano romperse con un peso de 3,458 libras. 5° Se pesaron 3 pies de la cuerda hecha con la ortiga, cuyo diámetro medido resultó ser de 0,025 de pie, y pesaron 2 dracmas y 18 granos, que hacen en todo 162 granos; por lo que un pie pesó 54 granos; y habiéndose roto con el peso de una arroba y 22 libras; corresponde á cada grano el romperse con un peso de 0,87 de libra. 6.° Se pesaron 3 pies de la cuerda hecha con cáñamo de 2.ª suerte, y cuyo diámetro tenía 0,03 de pie; pesaron 3 dracmas y $\frac{1}{4}$ de grano; que hacen en todo 216,25 granos; por lo que un pie pesó 72,0833 &c. granos: se rompió con un peso de 7 arrobas y 19 libras y $\frac{1}{2}$; por lo que corresponde á cada grano romperse con un peso de 2,698 libras. 7.° Se pesaron 3 pies de la cuerda de cáñamo de 1.ª suerte, cuyo diámetro medido era de 0,027 de pie; y pesaron 3 dracmas y 17 granos que hacen 233 granos; por lo que un pie pesó 77,666 &c. granos; se rompió con un peso de 9 arrobas 18 libras y 2 onzas. Luego á cada grano de materia de dicho cáñamo corresponde romperse con un peso de 3,13 libras. Comparando los valores de los pesos con que corresponde romperse un grano de cada una de estas materias, resulta que aproximadamente se podrá reputar que la resistencia del hilo de la ortiga ya blanqueado, viene á ser $\frac{10}{27}$ de la del hilo del cáñamo: la sin blanquear $\frac{10}{16}$ de la del hilo de cáñamo de 4 hilos; la de nuestra cuerda de ortiga $\frac{10}{31}$ de la resistencia de la cuerda análoga hecha con el cáñamo de 2.ª suerte; y $\frac{10}{36}$ de la cuerda análoga hecha con cáñamo de 1.ª suerte.

339 Deseando averiguar si la hoja de la *ortiga cannabina*, *la comían* los ganados, la preparé en los términos indicados (337); la presenté en el matadero á las vacas que se iban á matar, acompañado de mi paisano y amigo *Don Francisco Martínez de Robles*; las vacas

la olieron, pero ni quisieron comerla, ni beber el agua. Los mismos del matadero me dijeron que aquel resultado no era decisivo, porque aquellos bueyes estaban acostumbrados á comer en el pesebre y no yerba; por lo que volvimos á repetir el esperimento, presentando tambien la hoja preparada como se ha dicho (337) en el corral que hay fuera de Madrid en frente del portillo de Embajadores, y tampoco la quisieron comer: pero habiéndoles presentado la hoja misma seca sin preparar, la comieron bastante bien dos becerrillas de un año de edad, principiando por algunos de los tallos secos que habían quedado entre la hoja. Tambien hice que presentasen la hoja seca á los bueyes que tiraban de las carretas; y de 10 bueyes á que se presentó, la comieron 5. Por lo que, habiéndola comido ya 7 reses, se debe esperar el que con un poquito de cuidado, y principiando 1.º por mezclar la hoja con paja &c. se conseguirá que la coman los demas.

340 Si este hecho se llega á confirmar por ensayos y esperimentos repetidos, he aquí las considerables ventajas que podrían resultar del cultivo en grande de la *ortiga de hojas como el cáñamo.* Los gastos de cultivo se reducen solo á sembrarla en un terreno cualquiera; dejarla crecer é irla á segar á un tiempo, que deberá determinarse tambien por la observacion. Seca la planta, se le quita la hoja y se guarda para el ganado que se haya encontrado apetecerla. El tallo se pone á enriar; y despues de seco se agrama, rastrilla, hila &c., ó se hace cuerda para los efectos espresados. El tascon ó residuos leñosos, que resulten del agramado, pueden servir como combustible, y como abono despues de podrido. Al desprenderse la hoja, cae al suelo tambien la semilla. Recogida la hoja, quedará en el suelo la simiente con algunos despojos menudos de la planta y de su hoja; y por cualquier procedimiento mecánico se aventará ó separará de la demas broza la semilla, que es sumamente menuda; y resulta que de una planta, cuyo cultivo no exige mas gastos que los de primitiva siembra en cualquier terreno, se pueden sacar anualmente 4 producciones, á saber: la *hoja* para forrage; la *fibra* para hilarse, y formar tejidos ó cuerda; los despojos del tallo para combustible ó estiercol, y la *semilla* para las aves y ganados.

SECCION TERCERA.

Enumeracion de los diferentes sistemas, especies ó modos de cultivo que mas generalmente se usan en España, deduccion del número de cosechas que se obtienen por quinquenio en cada sistema, y del número de labores que se dan, contrayéndonos al quinquenio que empiece en fin de octubre ó principio de noviembre de 1833 al hacer la sementera, y concluya en octubre o noviembre de 1838.

341 Con el fin de establecer en bases sólidas cuanto tratamos de es-

poner, observarémos que *Don Claudio Boutelou*, en una importante adicion al capítulo 4.° del Libro 1.° de *Herrera*, pág. 21 del 1.er tomo de la edicion ya citada, dice así: "Distínguense 2 clases de huelgas, que se llaman *descanso de las tierras y año de barbecho*. Por descanso se entiende el tiempo que se deja erial la heredad sin labrarla, ni prepararla para otras cosechas; y por barbecho, cuando se cultiva á *año y vez*; es decir, que un año se labra y prepara la tierra con oportunas labores, y al siguiente se siembra, y se la hace producir. Por manera, que en las grandes haciendas ó cortijos de Andalucía, que se labran *á tres hojas*, el año 1.° que llaman de *eriazo*, corresponde al de descanso, y el 2.° en que se aran y alzan las tierras al de barbecho; de suerte que casi todas las tierras de aquella dilatada provincia, sin distincion de especies ni de circunstancias, de cada 3 años huelgan 2 y producen 1. Los Labradores de las mas provincias del reino labran generalmente sus tierras á *año y vez*, sin atender tampoco á sus diferentes calidades."

La bien merecida reputacion de *Don Claudio Boutelou*, y la circunstancia de que todas las adiciones al *Herrera* están aprobadas en particular por la clase de Agricultura de la Real Sociedad Económica Matritense, y en general por la misma Sociedad, deben inspirar la mayor confianza de que cuanto se funde sobre tales cimientos no fallará por falta de solidez: y así, partirémos de estos conocimientos. De aquí resulta que, por regla general, se puede establecer que los sistemas de cultivo en grande, que se usan actualmente en España, son dos, á saber: cuando en dos años se coge una cosecha: y cuando en tres años se coge una sola cosecha, estando la tierra sin producir lo demas del tiempo. Para deducir el número de labores y de cosechas que resultarán en un quinquenio respecto de cada uno de estos sistemas, supondrémos que se tengan las tierras preparadas para la sementera que ha de hacerse en fin de octubre ó principio de noviembre de 1833; y veamos el órden con que se procede. Ante todas cosas, debemos advertir que hay dos métodos diferentes de sembrar; que cada método tiene sus partidarios, y que la cuestion aun no está suficientemente decidida. Estos modos se conocen bajo las denominaciones de sembrar *yunto*, y de sembrar *alomado*. El 1.° quiere decir que los surcos van muy unidos, y la superficie del terreno queda casi plana; y el sembrar *alomado* significa que la superficie del terreno queda desigual, habiendo alternativamente un *surco* y un *caballon ó lomo*. Cuando se siembra *yunto*, aunque la tierra esté bien preparada, conviene que ántes de echar el grano, se le dé una labor, al ménos para quebrantar la costra del terreno: labor que se suele espresar bajo la denominacion de *refrescar*;

despues se esparce la semilla, y luego se le da otra labor ó reja á la que se llama *cubrir*, quedando con esto verificada la siembra. Algunos omiten el dar la labor ántes de esparcir el grano; pero en un buen cultivo no se debe prescindir de ella; y así resulta que en este modo queda hecha la sementera á *yunto* por octubre ó noviembre de 1833 con 2 labores. Cuando se siembra *alomado*, tambien deben darse 2 labores; la 1.ª se llama *cobechar*, y es formar el lomo del surco; despues se esparce la semilla; y luego se da la otra labor, que se llama *cachar*, y se reduce á pasar el arado por el lomo; con lo cual queda cubierta la semilla, y tenemos que en este modo de sembrar, se necesitan dar tambien 2 labores.

342 Hecha la siembra, la operacion que se debe hacer despues, es *escardar*. Tambien hay diversas opiniones acerca de esta operacion; pero tanto *Herrera* como la opinion unánime de dicha Sociedad, y demas personas inteligentes que yo he consultado, es el que resultan ventajas de la operacion de escardar. Así es, que en la adicion al capítulo 9 del Libro 1.º del *Herrera* pág. 97 del 1.er tomo, se establece "de manera que se hace indispensable la escarda de los sembrados"; y en la pág. 98: "Los sembrados se deben escardar en todos tiempos siempre que necesiten de este beneficio; pero lo mas regular es ejecutarlo por marzo, abril y mayo con arreglo á la diferencia de los climas." Previniéndose únicamente que "los sembrados, al efectuar la escarda, no estén encañados", ó *encañutados* segun dice *Herrera*. Esta operacion la ejecutan hombres, mugeres y niños entresacando la yerba. Los que no entienden bien sus intereses, ó no pueden soportar los gastos que ocasiona esta labor, omiten la operacion de escardar, y suelen suplir su falta pasando el arado con poca reja por el hondo del surco; para lo cual se necesita que la siembra sea *alomada*. Tambien hacen igual operacion con el arado cuando está el sembrado *yunto*; con la diferencia de que en este caso atraviesan la direccion de los surcos formando ángulos rectos con ellos, llevando muy poca reja el arado, un tanto inclinado hácia un lado, y una orejera larga y horizontal por aquel, y espaciando como dos pies un surco de otro, cuya labor la llaman *rejaca*, y la operacion *arrejacar* los panes. Alguno que otro, como operacion supletoria al escardar, pero que de ninguna manera puede equivaler á ella, acostumbran pasar un haz de ramas en direccion oblicua á los surcos, con lo cual se consigue el quebrantar algun tanto la corteza de la tierra. Acaso tendrá orígen esta operacion en lo que hayan visto practicar á los cultivadores de la barrilla, que para cubrir la semilla usan de este mismo método. Pero nosotros, que tratamos de un buen cultivo, supondrémos que se efectúa la escar-

da, por hombres, mugeres ó niños que arranquen la yerba.

343 Nada hay que hacer despues de la escarda, hasta la siega en julio ú agosto de 1834. Y suponiendo alzadas ya las mieses en dicha época, habiéndose dado solo 3 labores; á saber, las dos de sembrar y la de escardar, veamos cual es el órden de las operaciones en el cultivo de *año y vez*, ó de labor á *dos hojas*. Se deja el rastrojo por lo regular, hasta que se haya acabado la sementera de aquel otoño que sigue, que en nuestro caso corresponde ser en enero de 1835 sobre poco mas ó ménos, y entónces se da la labor que se llama *alzar*. Despues, como al mes de alzada, ó dada la 1.ª vuelta, se da otra labor que se llama *binar*, y que supondrémos se efectúe en febrero. A otro mes, se da otra labor, que se llama *terciar*; lo que se hará sobre poco mas ó ménos en marzo. A fin de abril ó principio de mayo, se da otra reja que se llama *cuartar*. Estas 4 labores pueden, segun las atenciones del Labrador, llegar hasta mediados de junio. Un Labrador celoso, no omite, pudiendo, dar algunas labores mas á las tierras durante los calores del *estío*, mayormente si están cargadas de grama y otras malas raices. Pero en general solo se dan las 4 labores espresadas en un buen cultivo, pues algunos omiten la operacion de *cuartar*. A fin de octubre ó principios de noviembre de 35, se ejecuta la sementera del mismo modo que se hizo en 33; en lo cual se empléan 2 labores; y tenemos ya 9 labores al principio del año de 36, una cosecha cogida y otra sembrada. De marzo á mayo se escarda, y se siega por julio ú agosto de 36; con lo que tenemos en dicha época 2 cosechas y 10 labores. De enero á junio de 37 se dan las 4 labores de *alzar*, *binar*, *terciar y cuartar*; y por octubre ó noviembre del mismo se siembra; de marzo á mayo de 38 se escarda, y por julio ú agosto del dicho año se siega; y al llegar el fin de octubre ó principio de noviembre del espresado año de 38 en que acaba el quinquenio, que hemos considerado, *se han obtenido* 3 *cosechas de cereales con* 17 *labores*; por lo que *para una cosecha se emplean* $5\frac{2}{3}$ *labores*; ó *una labor produce* $\frac{3}{17}$ *de cosecha*, ó *en decimales* 0,126 cosecha.

344 Pasemos ahora al cultivo de *tres hojas*. Suponiendo preparadas las tierras como ántes, se siembra en fin de octubre ó principio de noviembre de 1833 dando las 2 labores espresadas (341). De marzo á mayo de 34 se escarda, y en julio ú agosto del mismo se siega; de modo que se obtiene 1 cosecha en julio ú agosto de 34 habiendo dado 3 labores. Despues se deja la tierra de rastrojo hasta enero de 36 que se *alza*, *bina*, *tercia y cuarta* en el intermedio de enero á junio de dicho año; y en fin de octubre ó principio de noviembre del mismo se siembra, con las 2 labores consabidas; y resulta que al fin de 36, te-

nemos cogida una cosecha y sembrada otra, habiendo dado 9 labores; de marzo á mayo de 37 se escarda, y en julio ú agosto del mismo se siega; con lo que habrémos cogido 2 cosechas y dado 10 labores. Debe seguir el rastrojo hasta enero de 39: por consiguiente en fin de octubre ó principio de noviembre de 38 en que acaba el quinquenio propuesto, que empezó en fin de octubre ó principio de noviembre de 33, tenemos cogidas 2 cosechas y dadas 10 labores; por lo cual *resultan 5 labores para una cosecha*; ó que *una labor produce un quinto* de cosecha; ó en decimales, 0,2 de cosecha.

SECCION CUARTA.

Resolucion del PROBLEMA *enunciado al principio de este capítulo, sin faltar á las prácticas, rutinas &c. que se observan actualmente en nuestro cultivo.*

345 El contenido de esta obra se dirige muy particularmente á proporcionar el regadío en la mayor parte de nuestro territorio, bien persuadido de aquella máxima tan sabida, y que se espresa pág. 23 del 1.er tomo del *Herrera*, de que *con agua y calor se consigue en Agricultura cuanto se deséa*; por la benignidad del clima de España tenemos el calor suficiente; y por los medios establecidos en los libros 6.° y 7.° de esta obra, y que se completarán en los libros 9.° y 10° se conseguirá sin disputa alguna el agua necesaria para el cultivo; luego, segun la espresada máxima, tendrémos cuanto podamos apetecer. Pero, aunque los medios que yo propongo, para tener aguas con que regar, son sumamente económicos en comparacion de los otros métodos conocidos, sin embargo, siempre se necesita algun dinero para ponerlos en ejecucion. Por manera, que aquí tenemos otra especie de *círculo vicioso*, á saber: *para que sean ricos nuestros Labradores, conviene que establezcan el regadío*; y *como para establecer el regadío necesitan ya ser ricos, para poder suplir los gastos necesarios*, resulta ser de la mayor importancia el manifestar el modo de combinar los elementos del cultivo para que, sin mas gastos anticipados que los que hacen en el dia, mejoren de suerte los Labradores; y llegando á prosperar, se hallen en disposicion de emprender las operaciones para proporcionar el regadío: y con lo que esto produzca, puedan establecer las demas empresas industriales, y por este medio llegue la España al grado de opulencia y prosperidad de que es susceptible. Vamos, pues, á dar las resoluciones del PROBLEMA enunciado (272) sin faltar á nuestras prácticas, rutinas &c.; y mas bien combinando en sistema de cultivo, de tal modo que se conviertan en provecho del Labrador hasta las preocupaciones que origina el empirismo. Para esto, debemos observar que el terreno de labor de España lo podrémos di-

vidir naturalmente en dos especies, á saber: ó *terrenos secos*, ó terrenos *húmedos*; y por lo mismo darémos la resolucion de dicho problema en los dos sistemas de cultivo espresados en la seccion anterior; pero considerando en cada uno dos casos, á saber: si el terreno es *seco*; ó si es *húmedo*.

346 Cultivo de año y vez *ó á dos hojas para terrenos secos*. Suponiendo que en fin de octubre ó principio de noviembre del presente año de 1833 se tenga preparada para sembrar la misma tierra que se ha labrado (343); se hará la siembra del mismo modo que se efectuó (341) con 2 labores. Luego que llegue el tiempo de la escarda, que como hemos dicho (242) será de marzo á mayo de 34, la única novedad que hay que introducir, es arrojar á voléo una porcion de semilla de *pipirigallo* ó *esparceta*, proporcionando la siembra de modo que la semilla de pipirigallo, que se eche el terreno, sea como el doble (297) de la cantidad de trigo que se haya sembrado. Esta operacion la hace cualquier hombre de los que están acostumbrados á sembrar á voléo. Esparcida la semilla, se verificará la escarda en los mismos términos que se ha dicho (242); con lo cual quedará enterrada la semilla del pipirigallo. Por julio ú agosto de 34 se siega la mies, y obtenemos una cosecha de cereales habiendo dado 3 labores, á saber: las 2 de sembrar y la de escardar. Alzadas las mieses, queda nacido y verde el pipirigallo, apareciendo el rastrajo no con aquel aspecto *árido y agostado* como sucede en el dia, sinó con un cierto viso de verdor, análogo al que se ve cuando el trigo está recien nacido. Luego ya tenemos aquí, que solo con 3 labores, hemos cogido una cosecha en agosto de 34, y el rastrojo queda verdeando; lo cual impedirá el que se refleje la luz y el calor tanto como al presente; y ademas será mas saludable el aire, sofocará ménos el calor, y la tierra conservará mas humedad, porque la evaporacion será menor. Continúa el rastrojo y el pipirigallo creciendo siempre algun tanto; pero arraigando mucho y penetrando su raiz á gran profundidad. En la primavera de 35 desarrolla el pipirigallo con energía toda su vegetacion, en términos que por abril ó mayo se le puede dar un corte para guardarlo seco, ó para darlo verde en los establos á toda especie de ganados. Dado el 1.er corte, vuelve á retoñar; y en septiembre ú octubre por lo general se le puede dar otro corte para guardarlo seco ó suministrarlo verde en el establo; y ademas puede pastar el ganado sobre aquel terreno como hasta el 15 ó el 20 de octubre de 35; y tenemos que, sin mas que las 3 labores, á saber las 2 de sembrar y la de escardar, resulta por este sistema 1 cosecha de cereales, ya de trigo, ya de cebada, centeno &c., y 2 cortes de forrage, y que haya pacido el ganado una temporada. Los 2 cortes de forrage

y el mantenimiento de los ganados en la temporada que pacen allí, equivalen á mas del valor de una cosecha de cereales, por el sistema actual; pero nosotros supondrémos, que solo equivalga á una cosecha de las que ahora se obtienen; y resulta que en octubre de 35, solo con haber dado 3 labores, el Agricultor ha reportado el valor de 2 cosechas, que es justamente el *doble de lo que le resulta por el sistema actual.* Luego ya el Labrador tiene mas ensanche, y recibe este beneficio. Ademas, el terreno desde julio ú agosto de 34 hasta enero ó febrero de 35 ha conservado cierto verdor y frescura, y desde febrero de dicho año hasta que se alcen las tierras en fin de octubre ó principio de noviembre del mismo, ha presentado todo el campo una alfombra de verdura y la mas lozana frondosidad. Luego se verifica lo que hemos asegurado, á saber: *que el Cultivador, sin aumentar las labores, ni hacer gastos estraordinarios, y sin faltar en nada á sus prácticas, rutinas etc., ha sacado una utilidad doble, y se ha convertido repentinamente en frondosidad el aspecto árido y estéril de nuestros campos, cambiándose en próspero el estado decadente no solo de nuestros Agricultores, sinó tambien de nuestros Ganaderos*; pues con este forrage se puede alimentar toda especie de animales, ya para labor, ya para proporcionar lana, carnes, leche, manteca &c. &c. Se reune ademas la ventaja de que la tierra conservará mas humedad; pues que no penetrando hasta ella los rayos del sol, por impedirlo el pipirigallo, no habrá tanta evaporacion: ventaja de una importancia mucho mayor de lo que á 1.ª vista se cree; porque en la vasta estension de nuestros áridos campos, desnudos de toda vegetacion, el reflejo de los rayos solares calcina el terreno, y no solo le priva de todo resto de humedad, sinó que llega á descomponer los cuerpos, cosa muy perjudicial á la salud. Tambien se reune otra circunstancia favorable, y es que las raices del pipirigallo son muchas y muy largas; estas y las hojas que han caido en el terreno, así como los estiércoles de los ganados que hayan pastado allí, dejan abonada la tierra, de modo que la cosecha inmediata de cereales aumentará muy considerablemente.

Aquí se advierte, que todo esto se consigue sin mas trabajo estraordinario que el mecanismo de esparcir la semilla, y el valor de esta. El trabajo de esparcir la semilla no merece la pena de contarse como una cosa estraordinaria que deba reputarse como gasto de consideracion, pues está reducido á un simple paséo de un hombre que va esparramando á voléo la semilla; y con solo un jornal podrá sembrar 6 ú 8 fanegas; y todos los que hayan practicado ó visto practicar esta operacion, se convencerán de que por miserable que sea un Labrador, se hallará en estado de hacerla por sí, ó de costearla, sin grandes es-

fuerzos ó sacrificios. Mas la adquisicion de la semilla, particularmente en un principio, presenta ya alguna mas dificultad. Yo traté de salvar por mí solo este inconveniente; pues aunque mis facultades no son bastantes para satisfacer mis deséos de promover el bien en esta parte, sin embargo, hice cuanto pude para proporcionar *gratis* á los Labradores estas semillas. En efecto, yo adquirí, en mis viages, de las mejores semillas de que he hablado en la seccion 2.ª de este capítulo y de diferentes parages; y contando con el celo que en beneficio de la Agricultura y Jardinería tiene manifestado mi íntima amiga la *Señora Condesa viuda de la Torre Alta*, las traje á España con el objeto de sembrarlas en su casa de campo de Fuenterrabía y recoger la semilla para regalarla ó repartirla entre los Labradores de España. En el cajon donde venía, traía yo simiente de gusanos de seda, de la mejor que existía en Europa; con el calor del verano de 1829 revivieron los gusanos de seda y salieron por las rendijas del cajon; con este motivo lo abrí; y no habiéndolo vuelto á cerrar inmediatamente, los ratones se comieron dichas semillas, por cuyo motivo no pude hacer este importante servicio. Entre estas plantas, la que mas sentí, fué la semilla de trébol encarnado, que adquirí en Bruselas, que es del que hablo (194), porque recelo que esta especie ó variedad no se halla en España. Pero afortunadamente, con el restablecimiento de las Sociedades Económicas, y el celo de los empleados en la Secretaría de Estado y del Despacho del Fomento general del Reino, se debe esperar que se hallarán medios de suplir esta falta, cuyo asunto no perderé yo de vista para promoverlo por cuantos medios estén á mi alcance. Y en el (§ 447) de este mismo libro, enumeraré algunas de las semillas que me quedaron en los demas cajones, y otras que despues he adquirido, con el fin de destribuirlas *gratis* entre las personas que se propongan hacer de ellas el uso conveniente. Entre tanto, los Labradores se podrán ir proporcionando semilla de pipirigallo, y de las demas, recogiéndola de nuestros campos en donde espontáneamente se cria, sembrándola despues por sí sola, sin mas objeto que recoger la semilla; y bien pronto cundirá lo necesario.

Volvamos á tomar el hilo de nuestro cultivo. Supongamos que en 20 de octubre de 35 se alce la tierra donde se ha criado el pipirigallo; el 25 de dicho mes y año se puede dar la 2.ª labor, ó de *binar*; á los 5 dias, esto es, el 30 del mismo octubre se puede *terciar*; el 4 ó el 5 de noviembre se puede *cuartar* ó dar la labor que se llama *refrescar*; arrojar despues la semilla del cereal que se juzgue conveniente como trigo, cebada &c., y en seguida *cubrir*; con lo cual queda hecha la sementera en los 1.os dias de noviembre, y solo con 5 labores; lo cual

es muy bastante en atencion á que, no mediando tanto tiempo entre labor y labor, no se endurece tanto la tierra. De marzo á mayo de 36, al dar la escarda, se esparce la semilla de pipirigallo, como se hizo de marzo á mayo de 34; la cual queda enterrada con la operacion de escardar; por julio ú agosto del mismo 36 se hace la siega; y hasta dicha época se tienen recogidas 2 cosechas de cereales, y dados lo ménos 2 cortes de forrage, y ha pastado una temporada el ganado: todo lo cual lo reputarémos como ántes en una cosecha de cereales como las del actual sistema, de modo que con 9 labores tenemos ya 3 cosechas. Y aunque la 2.ª cosecha de cereal se debe considerar mas abundante que la 1.ª, por cuanto el terreno se halla mas abonado, y este aumento se debe reputar lo ménos en $\frac{1}{5}$; nosotros le graduarémos solo en $\frac{1}{6}$ para que nuestras deducciones no se puedan tachar de exageradas; y para que esto se compense con los marros que puedan verificarse en alguna localidad. Por lo que, debiéndose reputar, en $\frac{1}{6}$ mas, la 2.ª cosecha de cereal, que hemos obtenido, resulta que las utilidades que ha reportado el Labrador hasta la época en que tiene alzadas sus mieses en agosto de 36, serán equivalentes á 3 cosechas de cereales como las que resultan por el sistema actual, y ademas la sexta parte de otra cosecha; luego serán $3\frac{1}{6}$ cosechas, con 9 labores.

Conducidas las mieses á la era en julio ú agosto de 36 queda el rastrojo en el campo, y el pipirigallo muy pequeño, pero haciendo que verdée el terreno, y continúa así arraigando hasta febrero ó marzo de 37 en que desarrolla toda su vegetacion. Por abril ó mayo de dicho año se le da un corte; por setiembre ó principio de octubre se le da otro por regla general ó por término medio; pues habrá algunas localidades en que se darán mas cortes, y podrá tambien haber otras en que solo se dé un corte ó que el 2.º no sea tan abundante como el 1.º En 20 de octubre del mismo 37 se *alza*, luego se *bina*, *tercia* y *cuarta*; se *siembra* y *cubre*. De marzo á mayo de 38 se siembra el pipirigallo y se escarda; y por julio ú agosto de 38 se siega, quedando el campo verdeando algo por el pipirigallo. Esta cosecha será mayor aun que la anterior, y el aumento respecto de la primitiva ó por el sistema actual lo reputarémos en $\frac{2}{6}$ ó $\frac{1}{3}$; y tendrémos que en fin de octubre ó principio de noviembre de 38 en que cumple el quinquenio que comenzó en igual época de 33, se han cogido 3 cosechas de cereales; la 1.ª igual á la del sistema actual; la 2.ª equivalente á $1\frac{1}{6}$ de la del sistema actual; y la 3.ª equivalente á $1\frac{2}{6}$ del mismo sistema; luego entre las 3 equivalen á $3\frac{3}{6}$ ó $3\frac{1}{2}$ del sistema actual; y ademas se han obtenido 4 cortes de forrage, que equivalen con el producto del valor de la temporada de pasto á 2 cosechas de cereales lo ménos, como la

del cultivo actual. Luego entre todas *han resultado* $5\frac{1}{2}$ *cosechas, como las del actual sistema, y se han dado únicamente* 15 *labores*; lo cual equivale á que *una labor produce* $\frac{11}{30}$ *de cosecha, que es algo mas de un tercio*; pero por el sistema actual, que es el espresado (343), una labor solo produce $\frac{3}{17}$ de cosecha de las del sistema usado en el dia; luego si queremos encontrar la razon en que están estos cultivos en el 1.er quinquenio, tendrémos que el *cultivo actual guarda con el cultivo que resulta por mi sistema, la misma razon que los números* $\frac{3}{17}$ *y* $\frac{11}{30}$, cuya razon es la de 90 : 187 : : 1 : 2,07. Resulta, pues, que *por el método, que espresa mi resolucion, se obtiene mas que el doble del producto que por el actual sistema, con las mismas tierras y con* $\frac{1}{7}$ *ménos de labores y dispendios*; pues por mi sistema solo se dan 15 labores, cuando en el otro se dan 17. Luego queda demostrado del modo mas exacto, que con $\frac{1}{7}$ ménos de gasto, *se obtiene por mi sistema un producto mas del doble que por el actual.* Lo que no puede ménos de considerarse muy ventajoso: reuniéndose ademas la circunstancia de desaparecer de nuestros campos la aridez, convirtiéndose en frondosidad.

347 *Resolucion del Problema anunciado* (272) *para el cultivo de año y vez en terrenos húmedos.* Es la misma que acabamos de dar para los terrenos secos, sin mas diferencia que en vez de sembrar pipirigallo, al tiempo de escardar, se siembre *trébol*; cuya operacion se hace del mismo modo exactamente que la del pipirigallo, con la única diferencia de que la cantidad de semilla deberá ser sobre poco mas ó ménos 30 libras para una fanega española de tierra; y las labores, cosechas, cortes &c. &c. resultan los mismos que en la resolucion anterior, conviniendo preferir siempre el trébol encarnado por las razones dadas (305). Por lo que, al fin del mismo quinquenio, *se tendrá por mi método, con un ahorro de la séptima parte de labores y dispendios, mas del doble de las utilidades que par el sistema actual.*

348 *Cultivo de tres hojas.* Harémos en este cultivo la misma distincion que en el anterior; es decir, que darémos 1.° la resolucion para los terrenos secos, y despues para los terrenos húmedos.

Resolucion del Problema para el cultivo de tres hojas en terreno seco. Suponiendo, como en el caso anterior, que las tierras se hallen preparadas, en fin de octubre ó principio de noviembre de 33, se dará la 1.ª reja ó labor, que hemos dicho se suele llamar *refrescar*, se esparcirá la semilla de cereal que convenga al Labrador, y se cubrirá como se ha dicho (341). En la época de marzo á mayo de 34, al escardar, se esparrama ó siembra el pipirigallo y se verifica la escarda por el método esplicado (346); con lo cual queda enterrada la semilla de pipirigallo. Por julio ú agusto se siega la cosecha de cerea-

les; y llevadas las mieses á la era, resulta que en agosto de 34 se ha obtenido 1 cosecha como la del actual sistema, con haber dado 3 labores, á saber: las 2 de sembrar y la de escardar; y el campo queda con un cierto verdor parecido á los sembrados de trigo recien nacido. Continúa de este modo el pipirigallo, arraigando y creciendo algun tanto hasta febrero ó marzo de 35 en que despliega toda su vegetacion. En abril ó mayo del mismo se le da un corte; brota de nuevo y se conserva el terreno todo el verano como una alfombra verde, apacible y hermosa; por setiembre ú octubre se le vuelve á dar otro corte, ó ántes en algunos parages; y se pueden dejar pacer los ganados desde octubre á febrero de 36. Vuelve entónces á brotar y á desplegar con fuerza su vegetacion, y se le da un corte por abril ó mayo; retoña de nuevo, y se le da otro corte por setiembre ú octubre, y vuelven á pacer los ganados sobre el terreno; resultando que á mediados de octubre de 36, sin mas que haber dado 3 labores al terreno, esto es, las 2 de sembrar, y la de escardar, se ha cogido una cosecha de cereales; y ademas se han dado 4 cortes de forrage para el mantenimiento de los animales en el establo, y ha pacido el ganado por dos temporadas sobre el mismo terreno; y como cada 2 cortes de forrage y 1 temporada de pacer en el campo, hemos reputado que equivalen al valor de 1 cosecha de cereales por el sistema actual, resulta que, á mediados de octubre de 36, con solo 3 labores, el Agricultor ha recibido el gran beneficio de 3 cosechas; lo que equivale *á que una labor produce 1 cosecha*.

En 20 de octubre de 36 se alza el terreno; el 25 del mismo se bina; el 30 se tercia; el 4 ó el 5 de noviembre se cuarta ó refresca; se esparce inmediatamente la semilla cereal que se quiere sembrar, y despues se cubre; resultando que al fin del año de 36 se tienen dadas 8 labores, y se ha cogido 1 cosecha de cereales, y en forrage el valor de otras 2 cosechas de estas como las del actual sistema; y ademas se tiene hecha otra sementera de cereales. De marzo á mayo de 37, al escardar, se esparce la semilla del pipirigallo (como se ha dicho 346), y despues se escarda, con lo cual queda cubierta ó enterrada la semilla de pipirigallo. Por julio ú agosto del mismo año se siega, y queda el terreno verdeando por el pipirigallo que en él está algun tanto crecidito. Pero esta cosecha será mucho mas abundante que la 1.ª, por cuanto la hoja del pipirigallo que cae en el terreno, y sus numerosas y largas raices, que en él quedan, y el estar 2 temporadas paciendo el ganado, la 1 de ellas de 4 a 5 meses, y la otra como de un mes, han abonado el terreno muy considerablemente; por lo que esta 2.ª cosecha equivaldrá lo ménos á 1 cosecha y $\frac{1}{3}$ de la del sistema actual; mas con el objeto de calcular mas bien bajo que alto, supondré que equivalga solo á

una cosecha y $\frac{1}{4}$ de la del sistema actual. Luego resulta que esta 2.ª cosecha de cereal equivaldrá á $\frac{5}{4}$ de la que se obtiene por el sistema que hoy se halla establecido.

Continúa creciendo algun tanto el pipirigallo, y arraigando mucho hasta febrero de 38 en que principia á desplegar toda su vegetacion; por abril ó mayo del mismo se le da un corte; vuelve á brotar y retoñar; por setiembre se le da otro corte, y entran á pacer los ganados desde aquella época hasta febrero de 39. Por lo que, en fin de octubre de 1838 en que acaba el quinquenio empezado con noviembre de 1833 se tienen dadas 9 labores y se han obtenido con ellas 2 cosechas efectivas de cereales, que equivalen á $2\frac{1}{4}$ de las cosechas por el actual sistema; y ademas 6 cortes de forrage para el establo, y han pacido 3 temporadas los ganados en el terreno; y como 2 cortes de forrage, y una temporada de pacer el ganado, suponemos que equivalen á 1 cosecha de cereales por el sistema actual, resulta que en el *espresado quinquenio, con 9 labores se ha obtenido por nuestro sistema un producto equivalente á $5\frac{1}{4}$ cosechas como las actuales*; lo que viene á ser lo mismo que si dijéramos, que *una labor produce $\frac{7}{12}$ de cosecha.* Y como por el sistema actual considerado (344), una labor solo producia $\frac{1}{5}$ de cosecha, resulta que si queremos hallar la relacion entre los productos por el sistema actual y por el que proponemos en esta resolucion, no hay mas que comparar los números $\frac{1}{5}$ y $\frac{7}{12}$; y resulta que el producto actual guarda con el que suministra mi sistema, la razon de $\frac{1}{5}$ á $\frac{7}{12}$, que es la de 12 á 35, ó la de 1 á 2,9 que es muy cerca de la 1 á 3; por lo que viene á resultar que *por mi sistema se obtienen casi triplas ventajas que por el actual.* Y como por el actual sistema se necesitan dar 10 labores, y por el mio solo 9, resulta que esta produccion casi triple la obtenemos con una décima parte ménos de gastos. Luego queda demostrado, del modo mas positivo y exacto, que, *con las mismas tierras y con ménos gastos, se consigue por mi sistema una produccion casi tripla que por el actual* Yo dejo á la consideracion de toda persona reflexiva el que deduzca las consecuencias que podrán resultar de que el Labrador triplique sus productos; y si haciendo desde luego 3 veces mayor sus utilidades, no podrá hallarse en un estado mas desahogado, y ya con este beneficio emprender las operaciones para hacer de regadío sus tierras, y establecer entónces la alternativa de cosechas y el bien entendido sistema de prados con la estension que corresponde, y bajo los principios establecidos por los *Señores Arias y Martinez Robles*; con lo cual llegarán muy en breve á mas que *decuplar* sus productos. Ademas de todo esto, resulta que las tierras han mejorado de calidad; y que el terreno se ha convertido en

frondoso, desapareciendo la aridez que tanto desconsuela, espanta y desagrada.

349 *Resolucion del Problema para el cultivo de tres hojas en terrenos húmedos.* Practíquese lo mismo exactamente que en el terreno seco, sin otra diferencia que hacer uso del trébol en vez del pipirigallo en la forma dicha (347). Se obtendrán por la parte mas corta las mismas cosechas, los mismos cortes, y resultará como en el caso anterior, que *por este sistema se obtienen con las mismas labores, las mismas tierras y los mismos gastos casi exactamente los mismos resultados que en la resolucion anterior*, y por consiguiente *casi el triplo de las utilidades que por el sistema actual con* una décima parte *ménos de gastos.* Resultando tambien, ademas, las mismas ventajas de permanecer todo el terreno verde y frondoso; que la tierra haya mejorado; que desaparezca la aridez; y que haya mas frescura, por ser ménos la evaporacion &c. &c.

350 Damos estas reglas ó resoluciones como mas generales; y aseguramos que luego que el Labrador se convenza por la esperiencia de que esto le reporta ventajas, entónces él mismo, que puede conocer mejor que nadie las circunstancias locales de su terreno, y lo que mas conviene á sus intereses, hallará en la doctrina espuesta por los *Señores Arias y Martinez Robles* otras combinaciones diferentes, y que le reporten ó mas ventajas en general, ó mas provecho con relacion á sus particulares necesidades y circunstancias.

351 Todo lo dicho se verificará en el mayor número de casos; pero aun sin salir de lo propuesto, se presentan desde luego algunas variaciones que se pueden hacer, y siempre con utilidad. Por lo que no estará demas el que hagamos algunas advertencias para que los Labradores, aun sin separarse mucho de las resoluciones que hemos dado, puedan modificarlas segun sus urgencias; y así es que: 1.º Hemos fijado por punto general el que se den 2 cortes al forrage; sin embargo, en muchos parages de nuestro territorio se podrán dar mas cortes; en este punto, el Labrador la regla que debe observar, es dar los cortes que mas le produzcan, atendiendo á las circunstancias de cantidad y calidad. 2.º Tambien podrá en caso necesario hacer que pasten sus ganados sobre los mismos terrenos, en épocas diferentes de las prefijadas; es cierto que el corte inmediato será ménos abundante; pero si al Labrador le trae mas cuenta el que sus ganados se apacienten de este modo, no debe tener mas consideracion que su utilidad particular. 3.º Nos hemos fijado en que no se altere en nada la práctica establecida; pero tambien hay la práctica de sembrar muchas veces avena ó trigo tremesino; y en este caso resultarán mas ventajas;

pues en vez de alzar los terrenos de pipirigallo ó de trébol en octubre, podrán conservarlos con el trébol ó pipirigallo hasta fin de febrero, y pacer allí los ganados la parte mas rigorosa del invierno. En este caso, se alzan las tierras en fin de febrero, se bina el 4 ó 5 de marzo, se tercia el 10; se cuarta ó refresca el 15, se esparrama inmediatamente la semilla, bien sea el trigo tremesino, la cebada ladilla ó de dos carreras, ó la avena. Despues de esparcida esta semilla, se siembra la del trébol ó pipirigallo segun el terreno sea húmedo ó seco y se cubre: y en julio ú agosto se hace la siega al mismo tiempo que la de las demas mieses. La cosecha del trigo tremesino es algo inferior á la del trigo invernizo; pero esto se puede compensar muy bien con la utilidad que reporta al Labrador el tener paciendo sus ganados 4 meses mas en aquel terreno, y justamente cuando faltan los pastos espontáneos. 4.º Hemos supuesto, que se ha de sembrar el trébol ó pipirigallo al hacer la escarda; pero como muchos Labradores no practican esta operacion, debemos manifestar la variacion que se debe hacer en nuestro sistema para que resulte sín aumento de gastos. Para esto, se efectúa la sementera del trébol ó pipirigallo en fin de octubre ó principio de noviembre cuando se siembra el trigo, esparciendo estas simientes despues de la del trigo; y dando luego la reja ó labor que se llama *cubrir*, quedarán enterradas ambas semillas. Por julio ú agosto se siega, y queda el trébol ó pipirigallo, verdeando &c. como en los casos anteriores. En esta variacion se corre el riesgo de que, si hay heladas estraordinarias, podrá perecer el trébol ó pipirigallo; mas aun cuando esto suceda, siempre quedarán algunas matas al abrigo de los trigos ó de la cebada, y producirán alguna ventaja, aunque no tanta como por el otro método. 5.º Por este sistema resulta que, á los dos ó tres quinquenios, ya las tierras malas se habrán convertido en buenas; y entónces convendrá variar el cultivo con otras semillas para obtener mayores ventajas. 6.º Podrá suceder, que se objete, á lo que proponemos, el que por los privilegios existentes á favor de la ganadería, entrarán á pacer los ganados en los rastrojos en que queda nacido el trébol ó pipirigallo y no lo dejarán crecer. Yo respondo á esto, lo que ya hemos espresado (§ 467 L. 5); y es que estos privilegios á nadie perjudican mas que á los Ganaderos; pues imposibilitan el que tengan pastos mas abundantes, sanos, provechosos, y nutritivos, sin embargo de que, renovando las señales ó mojones que acostumbran hacer los Labradores cuando siembran sus mieses, deberán ser respetados por los pastores. Mas aun cuando no lo hiciesen, esto en realidad sería un inconveniente que disminuiría el resultado del 1.er año; pero como entre los ganados existentes no podrían comerse todo lo sembrado, que-

dará lo suficiente para retoñar y brotar con vigor en la primavera, y producir forrage y pasto para el triplo ó el cuádruplo de los ganados que hay en el dia; por lo cual, abundando mas pastos que ganado desde el 1.er año, resultará que irá creciendo progresivamente el ganado á medida que abunden los pastos; y por lo mismo harémos en la seccion siguiente las indicaciones convenientes para aumentar prodigiosamente nuestros ganados, y que se acreciente simultáneamente el forrage, el pasto y los animales, ya para labor, ya para producir carne, leche, manteca &c. &c. ya para venderlo al extranjero en vez de que nos lo vendan á nosotros como sucede actualmente. 7.° Se podría hacer tambien la siembra del pipirigallo ó del trébol, esparciendo la semilla por la primavera en los sembrados de trigo, y pasando el haz de ramas de que hemos hablado (289); pero lo mejor de todo es la escarda.

SECCION QUINTA.

Especificacion de dos circunstancias que hasta ahora no se han tenido en consideracion, y que imposibilitan absolutamente en el dia el establecimiento de la alternativa de cosechas; y resoluciones del problema enunciado al principio de este capítulo, separándose algun tanto, pero solamente lo indispensable, del sistema que hoy se sigue, para que se establezca la espresada alternativa de cosechas, y un buen sistema de prados y pastos, salvando todos los inconvenientes que hasta ahora se han presentado y sin incurrir en otros nuevos.

352 Las *Lecciones de Agricultura del Sr. Arias*, en que se esplica de un modo tan convincente, y exacto la alternativa ó cambio de cosechas, se publicaron por 1.ª vez en 1816. Esta obra tuvo desde luego la justa aceptacion que merecía; y habiéndose despachado al instante la 1.ª edicion, se hizo otra en 1818. Por consiguiente, han trascurrido ya 17 años que circula entre los Labradores y de toda persona de conocimientos esta apreciabilísima obra, y nadie ha tenido nada que impugnarla; sin embargo de esto, la alternativa de cosechas aun no se halla introducida como corresponde. Son varias las razones á que esto se atribuye; pero, en mi concepto, aun no se ha atinado con la mas verdadera y poderosa, y por la cual es, en la actualidad, de todo punto imposible el que se establezca dicha alternativa; y habiendo formado este asunto el objeto de mis investigaciones, me parece haber escogitado un medio por el cual se eluden todas las dificultades é inconvenientes; y con ménos gastos, con ménos labores, y por consiguiente con ménos ganado para darlas, se puede establecer la alternativa ó cambio de cosechas, el buen sistema de prados y de pastos, y que perciba desde luego el Labrador mayores rendimientos: con lo cual

se tendrán nuevas resoluciones del problema enunciado (272).

353 Para proceder con órden, irémos enumerando las razones que se suelen dar como causas ú obstáculos que se oponen á las espresadas prácticas. La que todos suelen preconizar mas, es la *falta de instruccion entre nuestros Labradores*. Este inconveniente no es tan considerable como se supone; porque la espresada obra del *Sr. Arias*, su Cartilla, la obra del *Herrera*, y algunas otras publicadas de poco tiempo acá, se hallan bastante divulgadas entre nuestros Cultivadores. Por otra parte, ademas de la Cátedra de Agricultura en Madrid, las ha habido en otros varios puntos; luego ya no se debe suponer á nuestros Labradores tan absolutamente faltos de instruccion.

354 La 2.ª causa, que se suele proferir, es la *repugnancia y tenaz oposicion que generalmente manifiestan nuestros Labradores á variar ó mudar alguna parte de sus rutinas*. Esta causa es muy poderosa en efecto, y por este motivo, nosotros respetando hasta las mismas preocupaciones, nos hemos fijado en la seccion anterior en no alterarlas; y hemos procurado combinar las resoluciones, que hemos dado del problema, sin faltar á ellas; pues aun el sembrar el pipirigallo ó trébol en las tierras en que hay ya cereales, tiene prácticas análogas en varios parages de España, como son los siguientes: en Orihuela, siembran mezclada la adormidera con la barrilla; en Alicante, Elche &c. siembran la barrilla unida con el anís y los cominos; en las Provincias Vascongadas, al dar las labores ó escardas al maiz, siembran nabos; cogen el maiz en principio de octubre, cortan la caña con una azada dejando la raiz en tierra y quedan los nabos; despues en el mismo terreno, sin dar mas labores, siembran habas á golpe. Desde entónces, que es como á mediados de noviembre, se van entresacando los nabos, arrancando ántes los mayores y se acaban de quitar en marzo, que es cuando ya principian otros pastos.

355 La 3.ª causa, que se suele dar, es el *no querer admitir nuestros Labradores ningun nuevo método de cultivo, aunque aprobado en otras partes*. Esto no sé yo si se debe considerar como un obstáculo ó como una ventaja. En efecto, hemos manifestado (§ 33 L. 1) que el haber establecido en varios paises ciertas prácticas, que han tenido buenos resultados en otros, ha producido muchos inconvenientes; por otra parte, hemos establecido (§§ 35 y 36 L. 1) que en otros paises es mas ventajoso hacer un canal lateral junto á un rio, que hacer navegable el mismo rio; y atendiendo á nuestras localidades, hemos manifestado allí tambien, y todavía corroborarémos mas en el libro siguiente, que en España ès mas fácil, útil, económico y ventajoso hacer navegable un rio, canalizándole, que abrir un canal lateral. Pues

una cosa semejante sucede entre nosotros con la alternativa de cosechas: es decir, que *en la actualidad, segun las circunstancias en que se halla el cultivo y distribuída nuestra poblacion, es imposible establecer con ventajas la alternativa de cosechas.* Entre las razones poderosas que hay para esto, existen varias reconocidas ya por muchos, á saber: 1.ª para la alternativa de cosechas se necesitan mas labores, que por el sistema actual; y por consiguiente mas yuntas, trabajadores y capitales; pero como todo esto escaséa, he aquí la precision absoluta de escogitar los medios para que en la actualidad, con nuestros mismos ó con ménos ganados, trabajadores, y capitales, consigamos la introduccion de la alternativa de cosechas, y del buen sistema de prados y de pastos. Para alejar desde luego el que pueda formarse un concepto equivocado, y retrograde la ciencia, debo advertir y espresar del modo mas terminante y enérgico mi opinion acerca de una cuestion que no solo prepondera entre nosotros, sinó que se agita todavía en algunos paises extranjeros, y es la de *si son útiles ó no los barbechos*, es decir, esos descansos ó huelgas que se hallan tan usados entre nosotros. En mi concepto, cuanto se hable en favor de los barbechos, estriba en un error clásico; cual es el de *suponer que la tierra se cansa de producir.* Este aserto es falso enteramente: 1.º porque sería esto faltar al objeto de su creacion, que es para producir lo necesario á todos los vivientes; y 2.º porque así lo tiene acreditado la experiencia en todos los parages en que se halla establecida la alternativa de cosechas. La tierra se cansa de producir una misma cosa siempre continuamente; pero cuando se ha cansado ya de una especie de produccion, se halla en estado de producir otras de diversa especie. Sucede en esto una cosa análoga á la que se verifica continuamente en nuestras mesas. Comemos del mas delicioso y agradable manjar solo hasta cierto punto, pasado el cual ya nuestro estómago no lo apetece; viene sin embargo, despues otro y otro, y comemos de ellos con apetito. Pues una cosa parecida sucede con la tierra; llega el caso en que no puede alimentar mas á una especie de planta, y esta decae ó llega á perecer. Pero el mismo terreno se halla en disposicion de producir, y con mucha lozanía, otras plantas de naturaleza diferente. Por manera, que *la tierra nunca se cansa de producir*; la dificultad consiste solo en hacer que lo que produzca traiga ventajas al Labrador. Las mismas razones que se dan para probar la utilidad ó conveniencia de los *barbechos ó huelgas* de las tierras, manifiestan lo contrario, y corroboran las ventajas de la alternativa ó cambio de cosechas. En efecto, dicen los Labradores y dicen bien: *la experiencia tiene acreditado que si tres años de seguido se siembra trigo en una misma tierra, las tres cosechas que resultan,*

no le traen tanta ventaja como dos cosechas que coja en los tres años, dejando el intermedio de hueco ó sin sembrar. Esta es una verdad y un hecho positivo; pero la consecuencia que se saca de aquí, de que esto prueba que *la tierra necesita descansar*, *es falsa*, porque en el año que no produce cosecha de cereales, produce otras yerbas; y estas pueden ser tales, y las labores darse en épocas que perjudiquen á la tierra, favoreciendo la vegetacion de las plantas dañosas. Resulta, pues, *que la tierra se cansa efectivamente de producir de seguido una misma especie de semilla; pero que si se alterna con otras producciones de naturaleza diferente, y que al mismo tiempo rindan al Labrador tanto ó mas como si estuviera sembrada de cereales, resultan las dos ventajas de ser mayor el fruto de cereales, y de obtener aun mayor provecho con las otras plantas que se críen cuando no hay cereales.*

356 Prévias estas aclaraciones, vamos á dar á conocer las 2 circunstancias por las cuales no se puede establecer actualmente la alternativa de cosechas en España con la debida extension. De estas 2 circunstancias, á que en mi concepto no se ha atendido, la una es general y tiene un poderoso influjo en el atraso en que nos hallamos; y la otra es particular á este mismo asunto, y tiene dependencia de la anterior. La causa general es el *tiempo*, que se pierde en España en toda clase de ocupaciones y negocios de la vida; y como el tiempo es lo mas apreciable, pues el instante que pasa no vuelve, y no hay causa de ninguna especie que pueda reparar el que se ha perdido, es de la mayor importancia el atajar este mal. En la Mecánica apenas hay cuestion en que el *tiempo* no entre como elemento; y así se ha verificado en la mayor parte de lo espuesto en los libros 3.° y 5.° de esta obra, donde son muy pocas las fórmulas en que no entre el *tiempo* como dato. Los Ingleses se hallan tan persuadidos de la importancia de no desperdiciarle, que repiten con frecuencia esta especie de proverbio: *el tiempo es dinero*; y la mayor parte de las ocupaciones se ajustan por horas ó por minutos. En Francia se aprecia tambien el tiempo, pero no tanto; y una de las causas por las cuales la Inglaterra es tan fuerte y poderosa, y sus habitantes gozan de tanta prosperidad, es por el oportuno empléo que hacen del tiempo. No insistiré mas en este particular, porque esto basta para hacer las aplicaciones convenientes á nuestro pais; y pasaré á considerar la otra circunstancia que, conexionada con esta, imposibilita en la actualidad el establecimiento de la alternativa de cosechas. Esta circunstancia, que no se tiene en consideracion, es la *distancia* á que se hallan las tierras de labor de los pueblos donde residen los cultivadores; de aquí resulta una pérdida muy considerable de tiempo en ir

y volver al parage donde se ha de labrar. Así es, que se ve con frecuencia en España, que distando las tierras media, una ó mas leguas de los pueblos donde el Labrador tiene su ganado, se levanta el gañan mucho ántes de amanecer; sale del pueblo y tarda en llegar al parage de la labor una ó mas horas; tiene que dejar el trabajo siendo muy de dia, y con todo llega al pueblo una ó mas horas despues de anochecer; resultando muchas veces; que empléa en ir y volver mas tiempo que en arar, pues ademas necesita dar de comer al ganado y algun reposo. Ahora bien, la alternativa de cosechas exige mas labores y mas visitas frecuentes á los parages cultivados; y si para cada cosa se necesitase emplear un viage tan largo de ida y vuelta, no podría traer ventaja. El uso de los cortijos en Andalucía es el irse á ellos la temporada de las labores para evitar la pérdida de tiempo diaria en ir y volver; y si se llegase á establecer el habitar los cortijos todo el año, entónces resultaría con muchas ventajas la alternativa de cosechas, asi como lo está en mucha parte de los países extrangeros, y tambien en provincias septentrionales de España, especialmente en Guipúzcoa, donde los caseríos se hallan tan próximos unos á otros, que parece todo una poblacion continuada. Mas en la Mancha, Extremadura, Castilla &c., no existen ni aun los cortijos; y resulta gran pérdida de tiempo al ir á dar las labores: siendo esta una de las causas que traen consigo el no poderse labrar con bueyes; pues como su paso es mas lento que el de las caballerías mayores, se perdería todavía mas tiempo. Sucede con frecuencia en la Mancha, al viajar, que sale uno por la mañana de un parage; divisa desde luego la torre de la poblacion adonde llegará por la noche, sin que en el intermedio se encuentre pueblo, cortijo, casa &c., y lo que aun es mas, sin ver un árbol. Por lo cual, mientras nuestra poblacion no esté mas diseminada, esto es, mientras el Labrador y sus ganados no se hallen en las inmediaciones de las tierras que ha de labrar, es imposible establecer la alternativa de cosechas que exige su presencia inmediata en muchas operaciones que necesitan practicarse á diferentes horas: y si para hacer cada una tuviese que emprender un viage lejano, por mucho que importase la operacion, sucedería frecuentemente que no compensaría el tiempo perdido en andar tantas veces la gran distancia que media entre su habitacion y el parage que labra. Existe en España el siguiente proverbio, *haz tu senara donde canta la cogujada*; y dice el Diccionario de la Real Academia "que enseña que son preferibles las tierras inmediatas á las poblaciones." Por lo que, en el ínterin que se proporciona el Labrador habitacion junto á sus tierras, se deberá escogitar un medio que le sea ventajoso.

De todo esto se deduce, que *para establecer la alternativa de cosechas entre nosotros, y el buen sistema de prados y de pastos*, es necesario tener en consideracion, ademas de todo lo espuesto, las distancias á que se hallan de los pueblos las tierras labrantías: y despues de una serie no interrumpida de meditaciones, me he fijado en que: *tomando por base el intervalo que media entre la casa del Labrador y la tierra que cultiva, y atendiendo á las demas circunstancias, se podría establecer un sistema por el cual, gastando ménos, se obtengan con muchas ventajas la alternativa de cosechas y un buen sistema de prados y pastos abundantes, sanos y provechosos.* Y todo se reduce á *establecer la alternativa de cosechas desde luego en las tierras que se labren mas inmediatas á los pueblos, y adoptar el cultivo á mayor número de hojas, intermediando con la siembra de cereales, el pipirigallo, trébol, y alfalfa, segun sean mayores las distancias.*

357 Con el fin de que la comparacion sea mas exacta, elegirémos un ejemplo determinado enteramente; para lo cual, supondrémos que un Agricultor labre 7 fanegas de tierra entre buena, mala, mediana, y á diferentes distancias del parage donde habita. Ademas del cultivo de *año y vez*, y de *tres hojas*, que hemos considerado en la seccion 3.ª hay tambien algunas tierras que se labran todos los años; y son aquellas conocidamente feraces, y que lo son á causa ó del mucho abono y continuadas labores, ó por haber sido solares de los pueblos y estar cerrados, los cuales se conocen bajo el nombre de *Herrenes*. De estos terrenos, por diversas casualidades, se puede suponer que cada Labrador tenga un poco, que reputarémos sea, por término medio, la 7.ª parte de lo que labre, que en el caso actual será una fanega. Despues del cultivo de todos los años, el que se halla mas estendido es el de *año y vez*: y la cantidad de tierras que se labren por este sistema podrémos suponer, sin temor de grandes errores, que sea el cuádruplo de las que se labran todos los años; y por lo mismo serán, en este caso, 4 fanegas. Despues del cultivo de *año y vez*, se efectúa el de á *tres hojas*; el cual no siendo tan general, podrémos suponer que se labren por él las 2 fanegas restantes.

358 Veamos el número de labores y de cosechas que se obtendrán por el actual sistema en un *setenio*, esto es, en un periódo de 7 años consecutivos, para compararle con el número de labores y cosechas que se obtendrán por mi sistema, como resoluciones del problema enunciado (272) y hacer patente las ventajas de dichas resoluciones sobre el sistema actual *.

* Para obviar el que alguno pueda tacharnos de que nos separamos de

1.er *caso. Supongamos que un Agricultor labre 7 fanegas de terreno, á saber: 1 en que tenga establecido el cultivo anual, ya por la feracidad de la tierra, ya por ser de vega ó por cualquiera otra causa; que tenga tambien 4 fanegas de tierra que labre á dos hojas ó como se acostumbra decir, á año y vez; y que las 2 fanegas restantes las labre á 3 hojas, es decir, que de cada 3 años saque una cosecha de cereales, dejando sin producir nada la tierra en los otros 2; y propongámonos determinar el número de labores y de cosechas que, por el sistema actual se obtendrán en un setenio* que para fijar mas la cuestion, nos contraerémos al que comience *en fin de octubre ó principio de noviembre del presente año de* 1833, suponiendo que las tierras se hallen preparadas.

El cultivo de la fanega de tierra, que labra todos los años, se efectúa del modo siguiente. En fin de octubre ó principio de noviembre de 1833 se da una labor ó reja para quebrantar la corteza de la tierra, que es lo que hemos dicho (341) se suele llamar *refrescar*; se esparce la semilla de cereal, sea trigo, cebada, centeno, &c. y se *cubre.* De marzo á mayo de 34 se escarda, y por julio ú agosto del mismo se siega; y tenemos 1 cosecha y dadas 3 labores, á saber: la de *refrescar*, que precede inmediatamente á la siembra; la que sigue á la operacion de esparcir la semilla, que se llama *cubrir*, y la *escarda.* Inmediatamente que se levantó el pan, ó tan luego como se lleva la mies á la era, se *alza* el rastrojo, esto es, se da una reja ó labor al terreno, si lo permite su estado de cohesion; á los 15 dias sobre poco mas ó ménos se *bina*; y á los 15 dias de haber *binado*, se *tercia*, esto es, se da otra labor que se llama *terciar.* Algunos suelen dar á los 15 dias sobre poco mas ó ménos otra vuelta que se llama *cuartar*, en cuyo caso

---

nuestro asunto principal, ocupándonos de puntos relativos esclusivamente á labranza, debemos repetir que entramos en estas cuestiones con el fin principal de proporcionar fondos para que el Labrador tenga medios de procurarse riego para sus tierras. Ademas, debo advertir, que aunque en la esposicion de las resoluciones que voy á dar, del problema enunciado al principio de este capítulo, fijo en cierta manera el número de labores y la época de verificarlas, esto se hace con el fin de establecer un cierto órden en las idéas y no con ánimo de que los Labradores se sujeten estrictamente á dar el mismo número de labores detalladas, ni ejecutarlas precisa é indispensablemente en los dias que se señalan; pues debe ser bien notorio á todos los inteligentes, que la época y el número de las labores han de aumentarse ó disminuirse, anticiparse ó retardarse segun lo exijan las circunstancias de cada localidad con respecto especialmente al clima, naturaleza, sequedad ó humedad de los terrenos: es decir, que nosotros lo que ponemos es como término medio, ó lo que podrá verificarse en el mayor número de casos; y al Labrador le corresponde modificar lo que decimos con arreglo á las circunstancias de su terreno.

suelen omitir la que precede á la siembra del trigo ó cebada, que suelen caracterizar bajo la denominacion de *refrescar*; pero se considera por mas ventajoso el conservar el terreno con la labor de *terciar* hasta fin de octubre ó principios de noviembre, en que se dé la reja ó labor de *refrescar*; se esparce la semilla y despues se *cubre*. Con lo cual tenemos que al fin de 1834 se han dado 8 labores y se ha cogido 1 cosecha; teniéndose ademas otra sembrada. De marzo á mayo de 35 se escarda, y por julio ú agosto del mismo se siega; con lo cual se tienen cogidas 2 cosechas y dadas 9 labores; y con las de *alzar*, *binar y terciar*, que se deben dar con intervalos de unos 15 dias, resulta que á mediados de octubre de 35 se habrán dado 12 labores y cogido 2 cosechas. Haciendo la siembra en fin de octubre ó principio de noviembre de 35, y siguiendo por el mismo órden, resulta que á últimos de octubre ó principios de noviembre de 36 se habrán cogido 3 cosechas y dado 18 labores; á fin de octubre ó principios de noviembre de 37, siguiendo por el mismo órden, se habrán cogido 4 cosechas y dado 24 labores; en fin de octubre ó principio de noviembre de 38 se habrán cogido 5 cosechas con 30 labores; en fin de octubre ó principio de noviembre de 39 se habrán cogido 6 cosechas y dado 36 labores; y en fin de octubre ó principio de noviembre de 40, en que concluye el setenio, que principió en fin de octubre ó principio de noviembre de 33, se habrán cogido 7 cosechas y dado 42 labores. Por lo que en este cultivo una labor produce $\frac{7}{42}=\frac{1}{6}$ de cosecha, ó en decimales 0,167 de cosecha.

359 Veamos ahora las labores y cosechas que se darán y obtendrán en los mismos 7 años, de las 4 fanegas que se labran á *año y vez ó á dos hojas*, entendiendo por *una labor* la cantidad de trabajo empleada en dar una reja á una fanega de terreno, y por una *cosecha* la cantidad de cereales que dará una fanega tambien de terreno, y que para mayor sencillez y claridad, reputarémos como término medio que cada fanega produzca una misma cantidad. Suponiendo, pues, que se tienen preparadas las tierras, en fin de octubre ó principio de noviembre de 33, se dará la reja de *refrescar*, y como son 4 las fanegas de tierra, serán 4 las labores de á fanega que se darán. Se esparce la semilla y se *cubre*, empleando en la operacion de *cubrir* un trabajo equivalente á 4 labores de á fanega. Con lo cual resulta que, en fin de 33 se tienen 4 fanegas de tierra sembradas, con un trabajo equivalente á 8 labores de á fanega. De marzo á mayo se da la labor de *escardar*; y como son 4 las fanegas de tierra, el trabajo de escardarlas será equivalente á 4 labores de una fanega; luego hasta dicha época se habrán dado 12 labores de á fanega. Por julio ú agosto de 34 se siega; y

como son 4 las fanegas, la cosecha total será equivalente á 4 cosechas de á fanega. Luego en agosto de 34 se tienen cogidas 4 cosechas de á fanega, con 12 labores tambien de á fanega. En el cultivo de *año y vez ó á dos hajas*, se deja el rastrojo hasta el principio del año siguiente como hemos dicho (343): por lo que en enero de 35 se alza; en febrero se bina; en marzo se tercia; y en abril, mayo ó junio se cuarta; y se deja el terreno de este modo hasta fin de octubre ó principio de noviembre del mismo año de 35, habiéndose dado, en lo que va de dicho año, 4 labores á todo el terreno que, como cada labor equivale al trabajo de dar 4 labores á 1 fanega de tierra, resulta que el trabajo de dar las 4 rejas de *alzar*, *binar*, *terciar y cuartar* á todo el terreno de las 4 fanegas, será equivalente al trabajo de dar 16 labores á una fanega de tierra. Añadiendo estas 16 labores á las 12, que se tenían dadas en agosto de 34, resultan en octubre de 35, entre todas, 28 labores y 4 cosechas de á fanega.

Continuando con el mismo órden, en los 2 años completos, que median entre fin de octubre ó principio de noviembre de 35, hasta la misma época de 37, se darán las mismas 28 labores, y se obtendrán las mismas 4 cosechas que en los 2 años completos trascurridos desde fin de octubre ó principio de noviembre de 33 hasta la misma época de 35; por lo que, á mediados de octubre de 37, se habrán dado 56 labores de á fanega, habiendo obtenido 8 cosechas tambien de á fanega. En el intervalo de los 2 años que median entre fin de octubre ó principio de noviembre de 37 y la misma época de 39, se deberán dar otras 28 labores, y se obtendrán otras 4 cosechas; luego á mediado de octubre de 39 se habrán dado 84 labores de á fanega, y se habrán obtenido 12 cosechas tambien de á fanega. En fin de octubre ó principio de noviembre de 39 se verificará la siembra como en 1833 empleando el trabajo equivalente á 8 labores de á fanega en *refrescar y cubrir*; por lo que á fin del año de 1839 se habrán dado 92 labores de á fanega, y se habrán obtenido 12 cosechas de á fanega, teniendo ademas hecha la siembra de las 4 fanegas de tierra. De marzo á mayo de 40 se escarda; cuyo trabajo será equivalente al de dar 4 labores á 1 fanega de tierra; y tendrémos que se habrán dado hasta dicha época 96 labores. Por julio ú agosto de 40 se siega, y se tiene una cosecha equivalente á 4 cosechas de á fanega; y resultan hasta dicha época 16 cosechas de á fanega con 96 labores. El terreno queda de rastrojo hasta enero de 41; por consiguiente, en fin de octubre ó principio de noviembre de 1840 en que se completan los 7 años del setenio que empezó en fin de octubre ó principio de noviembre de 1833, se han obtenido 16 cosechas de á fanega con 96 labores tambien de

á fanega. Por lo que una labor produce $\frac{16}{96}=\frac{1}{6}$ de cosecha.

360 Pasemos á determinar las labores de á fanega que se necesitan, y las cosechas de á fanega que se obtendrán labrando las 2 fanegas de terreno á *tres hojas*, en el mismo setenio. Suponiendo que las tierras se hallen preparadas, en fin de octubre ó principio de noviembre de 33 se verificará la sementera como se ha dicho (341) dando las 2 labores de *refrescar y cubrir*; mas como son 2 las fanegas de terreno que se labran, resultará que el trabajo, gastos &c. de dar 2 labores á dichas 2 fanegas de tierra, equivaldrá al trabajo de labrar 4 veces una fanega, ó á 4 labores de á fanega. Luego, en principio de 34 tenemos hecha la sementera en las 2 fanegas de terreno, habiendo empleado un trabajo equivalente á 4 labores de á fanega. De marzo á mayo del mismo se escarda, cuya operacion exigirá el mismo trabajo que el de dar 2 labores de á fanega; y por julio ú agosto se siega; con lo cual tenemos ya 1 cosecha proporcional á las 2 fanegas de terreno sembradas, que equivaldrán á 2 cosechas de á fanega, habiendo dado 6 labores de á fanega, á saber: las cuatro procedentes de la siembra y las 2 de la escarda.

En este cultivo, queda el rastrojo en las tierras, segun hemos dicho (344) hasta enero de 36; y en el intermedio de enero á junio de dicho año se *alza*, *bina*, *tercia y cuarta*, es decir, se dan 4 labores á las 2 fanegas de terreno, que equivaldrán á 8 labores de á fanega. Por lo cual, tenemos dadas hasta dicha época 14 labores, y obtenido 1 cosecha en las 2 fanegas, que equivalen á 2 cosechas de á fanega. En fin de octubre ó principio de noviembre de 36 se siembra, como se hizo en la misma época de 33; y siguiendo exactamente los mismos procedimientos, resulta que en octubre de 39 se habrán dado 28 labores de á fanega y se habrán obtenido 4 cosechas tambien de á fanega. En fin de octubre ó principio de noviembre de 39 se efectúa la siembra como se hizo en 33, dando por consiguiente 4 labores de á fanega. De marzo á mayo de 40 se escarda, cuyo trabajo equivale á dar 2 labores de á fanega; y por julio ú agosto se siega, obteniendo 1 cosecha en las 2 fanegas, que equivale á 2 de á fanega, dejando el rastrojo hasta enero de 42. Por consiguiente, en fin de octubre ó principio de noviembre de 1840 en que concluye el setenio, se han cogido 6 cosechas de á fanega, habiendo dado 34 labores tambien de á fanega.

361 Sumando las 7 cosechas que produjo (358) la fanega sembrada todos los años; con las 16 cosechas que produjeron (359) las 4 fanegas cultivadas á *año y vez*; y con las 6 cosechas que han producido (360) las 2 fanegas que se cultivan á *tres hojas*, resultan entre todas 29 cosechas de á fanega.

362 Sumando las 42 labores que se dieron (358) en el mismo setenio á la fanega que se siembra todos los años; con las 96 labores de á fanega, que se dieron en el mismo setenio á las 4 fanegas que se han sembrado (359) por *año y vez*; y con las 34 labores de á fanega que se han dado (360) á las 2 fanegas que se cultivan á tres hojas, resultan entre todas 172 labores de á fanega. Por consiguiente, *á una labor de á fanega corresponde* $\frac{29}{172}$ *de cosecha tambien de á fanega, que viene á ser un poco mas de* $\frac{1}{6}$ *de cosecha*, ó en decimales 0,169 de cosecha de á fanega.

363 2.° *caso. Resolucion del problema enunciado* (272) *por mi sistema.* Consiste en establecer la alternativa de cosechas, en la fanega de tierra que se cultive todos los años; y que las otras 6 fanegas se labren segun sus distancias á la poblacion por este órden. La fanega que, despues de la en que se establezca la alternativa, esté mas cerca de la poblacion, se labrará á 2 hojas, y la llamarémos *segunda fanega*; la que le siga en distancia, que denominarémos *tercera fanega, á 3 hojas*; la que le siga tambien en distancia, que denominarémos *cuarta fanega á 4 hojas*; la *quinta fanega á 5 hojas*, la *sexta á 6 hojas*; y por último, la mas remota de la poblacion, que llamarémos *séptima fanega*, se labrará á 7 *hojas*; pero no dejando la tierra baldía ó erial en el intermedio de una cosecha de cereales á otra, sinó que quede sembrada de las plantas de forrage, de que hemos hablado (300), y que reunen la tripla ventaja de proporcionar por sí utilidad, de ahogar ó sufocar las malas yerbas, y de abonar el terreno.

364 *Determinacion del número de cosechas que se obtendrán, y del número de labores que se darán en el espresado setenio de* 1833 *á* 1840, *labrando la fanega de tierra, que se cultiva todos los años, y que la llamarémos la primera, estableciendo en ella alternativa, rotacion ó cambio de cosechas.* Puesto que suponemos que dicha fanega, por ser feraz ó de vega, ó por estar bien abonada, puede llevar cosecha cada año por el sistema actual, se podrá establecer en ella el cultivo de alternativa de cosechas; y como suponemos que este terreno se hallará cerca de la poblacion, podrá establecerse dicha alternativa sin pérdida considerable de tiempo en ir y venir á dar las labores y hacer las demas operaciones. Por lo cual, y con el objeto de añadir otros ejemplos á los que muy sabia y oportunamente pone el *Señor Arias* en su leccion 13, podrémos suponer que se establezca el cultivo, rotacion ó cambio de cosechas, que yo formé en Fuenterrabía, provincia de Guipuzcoa, conferenciando sobre el terreno mismo con personas versadas en esta materia; y como no es de regadío aquel terreno de Fuenterrabía, sinó solamente húmedo, podrá convenir mejor á

todos los parages de regadío; por consiguiente podrá adoptarse para el cultivo de la espresada fanega.

Suponiendo que la tierra se halla preparada, en fin de octubre ó principio de noviembre de 33, se da la labor de *refrescar*, se siembra trigo y se *cubre*. De marzo á mayo se *escarda*; y por julio ú agosto de 34 *se siega*; con lo cual se tiene 1 cosecha de trigo, con 3 labores. Despues del trigo se siembran nabos, dando 2 labores ántes de esparcir la semilla; se esparce esta y se *cubre*, y se cojen los nabos en marzo de 35. Supondrémos que una cosecha con otra, de cualquier especie que sea, produzca tanto como una cosecha de trigo por el actual sistema; lo que por término medio no distará mucho de la verdad; y tendrémos que en marzo de 35 se habrán cogido 2 cosechas como 1 mediana de cereales por el sistema actual con 6 labores. En marzo de 35 se siembran patatas, que se cogen por agosto ú setiembre, empleando tambien 3 labores; con lo cual, en setiembre de 35, se tienen cogidas 3 cosechas con 9 labores. En octubre del mismo se siembra cebada empleando en esto 3 labores, por cuanto la operacion de arrancar la patata se puede considerar como una labor, y tambien porque habiendo dado 3 labores en marzo, la tierra no se hallará demasiado dura. De marzo á mayo de 36 se *escarda*, y por junio ó julio del mismo se coge una cosecha de cebada, habiendo dado 4 labores; por lo que en dicha época se han cogido 4 cosechas con 13 labores. En junio ó julio de 36 se siembrra una planta, que allí llaman *faluche*, y que parece ser el *trébol encarnado*, y sirve de escelente forrage para las vacas, empleando 3 labores, y se coge en mayo de 37; por lo que en dicha época se tienen 5 cosechas con 16 labores. En junio de 37 se siembran melones, que se cogen por setiembre; y suponiendo que su cultivo sea equivalente al de 3 labores, resulta que en setiembre de 37 se tienen dadas 19 labores y cogidas 6 cosechas. En octubre de 37 se siembra avena, que se coge en junio de 38; y suponiendo que se den 3 labores en sembrarla, y que no se escarde, se tiene que en junio de 38 se han cogido 7 cosechas y dado 22 labores. En junio de 38 se siembra maiz con 3 labores; se escarda 2 veces; y al dar la 2.ª escarda, que suele ser por agosto, se esparce ántes semilla de nabos y queda cubierta con la escarda. Se coge el maiz por octubre del mismo, y resultan ya 8 cosechas con 27 labores. A principios de noviembre se corta la caña del maiz por el pie con la azada, y estas cañas, picadas, sirven de cama á las vacas, y se convierte en buen estiercol; quedando los nabos en el terreno. El 10 ó 12 de noviembre se siembran habas á golpe, echando 4 habas en cada uno, pero sin llegar á los nabos; los cuales se van entresacando desde aquella época, quitando siempre los mas gran-

des. Se acaban de arrancar los nabos por marzo de 39; y suponiendo que el sembrar el haba á golpe equivalga á una labor, lo que no es tanto ni con mucho, resulta que en marzo de 39 se han cogido 9 cosechas con 28 labores. En julio de 39 se quita el haba, y resultan 10 cosechas con las mismas 28 labores. En julio de 39 se siembra habichuela corta, esto es, que no sea enredadera, porque esta no tiene bastante tiempo para madurar, y se coge á principio de octubre; y como para sembrarla supondrémos que se den 3 labores, y otra por la escarda que conviene darle, resulta que en principio de octubre de 39 se han cogido 11 cosechas con 32 labores. En octubre ó principio de noviembre de 39 se siembra centeno, con 3 labores, y con la de escardar, hacen 4. Se siega por junio ó julio de 40; y en dicha época se tienen dadas 36 labores, y cogido 12 cosechas. En julio de 40 se siembran con 3 labores zanahorias, remolachas ó raiz de la abundancia, y se cogen á fin de octubre ó principio de noviembre de 1840 en que concluye el setenio principiado en 1833; y resulta que en él se han cogido 13 cosechas con 39 labores. Lo cual equivale á muy cerca de 2 cosechas por año; y una labor produce $\frac{1}{3}$ de cosecha, ó en decimales 0,333 de cosecha *.

365 *Determinacion del número de labores que se darán y del número de cosechas que se obtendrán en el mismo setenio de* 1833 *á* 1840, *en la segunda fanega de tierra, que es la que se cultiva por año y vez.* Por lo espuesto (346) resulta que al fin del quinquenio que empieza en fin de octubre ó principio de noviembre de 33, y acaba en la misma época de 38, se han cogido 5¼ cosechas como las

* No estará demas el que pongamos aquí otros apuntes que hice sobre rotacion de cosechas en Fuenterrabía: 1.° En enero de 1834 se pueden sembrar guisantes que se cogen en abril; 2.° despues se siembran tomates ó pimientos para trasplantar en mayo; 3.° en este mes se siembra berza ó coliflor para trasplantar por julio; 4.° en este mes se siembra havichuela que se coge en octubre; 5.° en dicha época, se planta berza de Pascua de Resurreccion que se cogerá por abril de 35; 6.° despues, lechugas que se cogen en junio; 7.° se siembra maiz que se coge en octubre; 8.° se siembra *allorva*, que es lo que allí prueba mejor para las vacas y se principia á cortar en marzo de 36; 9.° despues se plantan tomates que se cogen por agosto; 10.° en seguida escarola, que se coge por diciembre, y tenemos 10 cosechas en 3 años. Allí suelen quitar las hojas de abajo á los nabos y las dan á las vacas; y despues brotan nuevas hojas; pero esta operacion se debe hacer cuando no hiele, porque de lo contrario se pudre la planta; con medio cuartillo de semilla de nabo ó una libra en peso, hay bastante para sembrar de nabo una yugada de tierra. Para sacar la semilla, se trasplantan una docena de pies á una tierra que esté bien preparada; y dan semilla para sembrar 3 yugadas. Cuando se arrancan pesan con semilla, hoja y todo como unas 15 libras; en Galicia los hay todavía mayores. Para rotar ó alternar las cosechas usan en Fuenterrabía de la cebolla y el ajo que siembran por marzo y cogen por julio.

cereales obtenidas por el actual sistema, empleando 15 labores y quedando el campo sembrado con trébol y pipirigallo. Por mayo de 39 se da un corte; por setiembre otro y pace el ganado hasta 19 de octubre; lo cual equivale con los 2 cortes de forrage á otra cosecha de cereales. Por lo que, el 19 de octubre de dicho año se han cogido ya $6\frac{1}{2}$ cosechas con las mismas 15 labores dichas. El 20 de octubre se *alza* el terreno; el 25 del mismo se *bina*; el 30 se *tercia*; el 4 ó 5 de noviembre se *refresca*; se esparce la semilla de cereal y se *cubre*. Por manera, que en fin de 39 se tienen cogidas $6\frac{1}{2}$ cosechas y sembrado otra de cereales con 20 labores. De marzo á mayo, al escardar, se esparce la semilla de pipirigallo ó de trébol segun el terreno sea seco ó húmedo; y efectuando la escarda, queda enterrada la semilla. Por julio ú agosto de 40 se siega, dejando el rastrojo con el pipirigallo ó trébol que verdeará algun tanto; pero esta cosecha de cereales será todavía mayor que la última por estar el terreno mas abonado, y así supondrémos que equivalga á $1\frac{1}{3}$ de la cosecha actual; por lo que, en fin de octubre de 1840, en que acaba el setenio, resulta que se habrán obtenido las $6\frac{1}{2}$ cosechas que ya se tenían en 19 de octubre de 38, y ademas $1\frac{1}{3}$ de dichas cosechas, que en todo hacen $7\frac{5}{6}$ cosechas como las regulares del actual sistema, empleándose en ello 21 labores; por lo que el producto de una labor será $\frac{47}{126}$ de cosecha; lo que equivale á algo mas de un tercio, y en decimales está espresado por 0,373 de cosecha.

366 La *tercera* fanega, que es la que se labre á 3 *hojas*, al fin del quinquenio que empieza en fin de octubre ó principio de noviembre de 33 y acaba en la misma época de 38, cultivando á 3 hojas, hemos visto (348) que produciría $5\frac{1}{4}$ cosechas como las actuales, habiendo dado 9 labores, y quedando el ganado pastando en el terreno sobre el sembrado de trébol ó pipirigallo, hasta febrero de 39. En mayo de dicho año se da un corte; en setiembre otro y pace el ganado hasta el 20 de octubre del mismo en que se *alza*; el 25 se *bina*; el 30 se *tercia*; el 4 ó 5 de noviembre se *refresca*, se esparce la semilla de cereal y se cubre; de modo que al fin del año de 39 se han dado 14 labores; se han cogido $6\frac{1}{4}$ cosechas, y se tiene sembrada otra cosecha de cereal. De marzo á mayo de 40 se esparce la semilla de pipirigallo ó trébol y se cubre al escardar; por julio ú agosto se hace la siega, y se tiene 1 cosecha que equivaldrá, por estar el terreno mas abonado á $1\frac{1}{3}$ cosechas de las actuales; y con las $6\frac{1}{4}$ que ántes se tenían, resultan $7\frac{7}{12}$ cosechas, quedando el terreno con el rastrojo y verdeando el pipirigallo ó el trébol hasta octubre de 40 en que se acaba el setenio: *habiéndose cogido* $7\frac{7}{12}$ *cosechas como las actuales con* 15 *labores*; por lo que 1 *labor produce en esta especie de cultivo* $\frac{91}{180}$ *de cosecha*, *que*

es mas de la mitad de una cosecha, y en decimales resulta que 1 labor produce 0,506 de cosecha.

367 La *cuarta* fanega, ó que se labre á 4 hojas, producirá lo siguiente. Suponiendo que el terreno se halle preparado, en fin de octubre ó principio de noviembre de 33, se *refresca*; se esparce la semilla y se *cubre*. De marzo á mayo de 34, al escardar, se esparce la semilla de trébol ó pipirigallo, segun sea el terreno húmedo ó seco, y al escardar se *cubre*; por julio ú agosto de 34 se siega; y se tiene cogida 1 cosecha como las del actual sistema, con 3 labores, quedando el trébol ó pipirigallo verdeando en el terreno. Ahora, el cultivo de 4 hojas, consiste en dejar descansar la tierra, sin que produzca nada 3 años, de modo que en 4 años produce por el sistema actual 1 sola cosecha de cereales; pero veamos lo que sucede en nuestro sistema. En abril ó mayo de 35 se da un corte de forrage; por setiembre del mismo año se da otro y se dejan pastar los ganados en aquel terreno hasta febrero de 36 en que se saca, para que el trébol ó pipirigallo brote con lozanía. Por abril ó mayo del mismo, se da otro corte; por setiembre otro y se dejan pacer los ganados hasta febrero de 37. Por mayo del mismo se da un corte; por setiembre otro, y se dejan pacer los ganados hasta 20 de octubre del mismo 37 en que se *alza*; el 25 se *bina*; el 30 se *tercia*; el 4 ó 5 de noviembre se *refresca*; se esparce la semilla de cereal, y despues se *cubre*. Por manera, que al fin del año de 37 se han dado 8 labores, á saber, las 2 de sembrar en el de 33; la de escardar en 34; y las 5 que acabamos de indicar para tener la siembra de 37. El producto, que se ha obtenido es 1 cosecha efectiva de cereales; 6 cortes de forrage para darlo en el establo verde ó seco, y el haber pacido en el terreno 3 temporadas los ganados, 2 temporadas de 4 á 5 meses, y la otra de solo 1 mes sobre poco mas ó ménos; y como 2 cortes, y 1 temporada de pacer el ganado en el terreno, reputamos que equivalen por término medio á 1 cosecha de cereales, como las del actual sistema, resulta que hasta fin de 37 se han obtenido 4 cosechas como las regulares del actual sistema, y se tiene hecha otra siembra de cereales, solo con haber dado 8 labores. De marzo á mayo de 38 se esparce la semilla de trébol ó pipirigallo y se cubre al escardar. Por julio ú agosto del mismo se siega; y como esta cosecha resulta, despues de estar abonado el terreno por la hoja y raiz del trébol ó pipirigallo, y por los escrementos de los animales al pacer, equivaldrá lo ménos á $\frac{5}{4}$ de la cosecha obtenida por el actual sistema; y se tendrá recibido en agosto de 38 el beneficio de $5\frac{1}{4}$ cosechas con solo 9 labores, y queda el terreno verdeando con el trébol ó pipirigallo. Por abril ó mayo de 39 se da un corte de

forrage; por setiembre otro, y pace el ganado hasta febrero de 40; por abril ó mayo del mismo se da un corte; y por setiembre tambien del mismo otro corte, y se hace que el ganado paste hasta febrero de 41. Por manera, que, *en fin de octubre de 1840 en que concluye el setenio, que principió en igual época de 1833, se han dado solamente 9 labores, y se han obtenido $7\frac{1}{4}$ cosechas*, quedando paciendo el ganado 1 temporada de 4 á 5 meses; y sin mas gasto de labor ni de nada se podrían obtener otros 2 cortes de forrage y otra temporada en el año siguiente. Si dividimos el número $7\frac{1}{4}$ de cosechas por el número 9 de las labores, resulta que en este sistema *una labor produce* $\frac{29}{36}$ *de cosecha* ó en decimales 0,806 de cosecha.

368 Pasemos á examinar lo que producirá la *quinta* fanega ó que se labre á 5 *hojas*, esto es, que en 5 años se recoja solo una cosecha de cereales, y nada en los otros 4 por el actual sistema, pero sí por el mio. Aquí necesitamos hacer ya la distincion de terrenos secos y de terrenos húmedos.

Resolucion para terrenos secos. En fin de octubre ó principio de noviembre de 33, suponiendo preparadas las tierras, se da la labor de *refrescar*, se esparce la semilla de cereal, y se *cubre*; con lo cual, en fin de dicho año se tiene hecha la sementera con 2 labores. De marzo á mayo de 34 se esparce la semilla de pipirigallo y se cubre al escardar; y por julio ú agosto del mismo año se siega, obteniendo 1 cosecha como las regulares del actual sistema, no habiendo dado mas de 3 labores, á saber: las 2 de sembrar y la de escardar, y queda el terreno verdeando con el pipirigallo que se tiene sembrado, y que mitigará algun tanto los calores y conservará alguna mas humedad á la tierra. Continúa de este modo el pipirigallo hasta que por abril ó mayo de 35 se le da un corte; por setiembre otro, y pace el ganado hasta febrero de 36. Por abril ó mayo de este se da un corte; por setiembre otro: y pasta el ganado hasta febrero de 37. Por abril ó mayo de este se da un corte; por setiembre otro; y pace el ganado hasta febrero de 38. Por abril ó mayo de este se da un corte; por setiembre otro y pace el ganado hasta ántes de que se alce en octubre de dicho año. Por manera, que el 19 de octubre de 38, sin mas que haber dado 3 labores al terreno, se ha obtenido 1 cosecha efectiva de cereales en 34; 2 cortes de forrage y una temporada de pasto en 35; otros 2 cortes y 1 temporada de pasto en 36; otros 2 cortes y 1 temporada de pasto en 37, y otros 2 cortes y otra temporada de pasto en 38; y como 2 cortes de forrage y 1 temporada de pasto equivalen á 1 cosecha de cereales como la del actual sistema, resulta que el 19 de octubre de 38, con solo 3 labores se han obtenido 5 cosechas como

las de cereales por el actual sistema. En 20 de octubre de 38 se *alza*, en 25 se *bina*, en 30 se *tercía*; en 4 ó 5 de noviembre se *refresca*, se esparce la semilla de cereal y se *cubre*. Por manera, que en fin de 38 se tienen dadas 8 labores; se han cogido 5 cosechas y se tiene sembrada otra cosecha de cereales. Por abril ó mayo de 39, al escardar, se esparce la semilla de pipirigallo, cubriéndola con la escarda; y por julio ú agosto del mismo se coge otra cosecha de cereales, que equivaldrá á $1\frac{1}{3}$ cosechas como las del actual sistema, por estar mas abonado el terreno con la hoja y raiz del pipirigallo y los excrementos de los animales. Luego son en todo hasta dicha época $6\frac{1}{3}$ cosechas, con haber dado 9 labores. Sigue el pipirigallo creciendo y arraigando; y por abril ó mayo de 40 se le da un corte; por setiembre otro; y se hace que paste el ganado hasta febrero de 41. Por manera, que en *octubre de* 1840 *en que concluye el setenio*, *que empezó en igual época de* 1833, solo con haber dado 9 labores se han obtenido $7\frac{1}{3}$ cosechas; y queda el ganado pastando, y el terreno dispuesto de modo que, sin mas gasto de labores ni de nada, producirá en lo sucesivo 6 cortes de forrage y podrá estar el ganado 3 temporadas paciendo sobre aquel terreno, que se conservará siempre frondoso, verde, y agradable, y la tierra mas húmeda, por cuanto no penetrando los rayos del sol hasta ella, no será tanta la evaporacion. Resulta, pues, que en este sistema, 1 *labor ha producido* $\frac{22}{27}$ de cosecha, que en decimales es 0,815 de cosecha.

369 *Para el cultivo de esta fanega de tierra á 5 hojas en terrenos húmedos* hay que practicar lo mismo que en la de terrenos secos, sin mas diferencia que, en vez de sembrar el pipirigallo, al escardar, se ha de sembrar trébol mezclado con alfalfa en los términos que se ha dicho (305); pero el trébol en menor cantidad que la alfalfa y procurando que sea el trébol encarnado. La razon es que el trébol, ya generalmente, no puede durar 4 años sin degenerar y disminuir mucho su producto; y como la alfalfa en el 1.° y 2.° año no desplega toda su vegetacion, resulta que en el 1.^{er} año la produccion del trébol es la que debe ser; en el 2.° la del trébol todavía es muy abundante, y tambien ya la alfalfa produce; en el 3.^{er} año ya el trébol habrá disminuido mucho, no solo por acabarse su existencia, sinó porque contribuye á estinguirle el crecimiento de la alfalfa. En los años siguientes, la produccion de alfalfa será muy abundante: en términos que los 1.^{os} cortes en este método serán algo mas abundantes que cuando el trébol se sembraba solo; porque en nuestro pais la alfalfa desde el 1.^{er} año produce, aunque no tanto como despues; y tambien se verificará que como la alfalfa se puede segar mas veces, se tendrán mas

cortes; pero nosotros, para calcular siempre bajo, supondrémos los mismos que en el pipirigallo y trébol; y resultará que, *al fin del mismo setenio, en terrenos húmedos con 9 labores, se habrán obtenido* $7\frac{1}{3}$ *cosechas*: por lo que *una labor producirá* $\frac{22}{27}$ de cosecha, ó en decimales 0,815 de cosecha.

370 *Veamos los resultados que producirá la sexta fanega que suponemos se labra á 6 hojas*; esto es, que de cada 6 años produce 1 solo de cereales, y los otros 5 años por el sistema actual no produce nada, y por el mio sí, como vamos á manifestar.

Resolucion para los terrenos secos. En fin de octubre ó principio de noviembre de 33, suponiendo preparadas las tierras, se da la labor de *refrescar*; se esparce la semilla de cereal y se *cubre*. Por lo que á fin de dicho año se tiene hecha 1 siembra de cereales con 2 labores. De marzo á mayo de 34 se esparce la semilla de pipirigallo y se entierra con la escarda. Por julio ú agosto del mismo se siega; con lo que se ha obtenido 1 cosecha efectiva de cereales como las del actual sistema, con solo haber dado 3 labores; continúa del mismo modo que en el caso anterior (368) hasta que en 19 de octubre de 38; sin mas que 3 labores se han obtenido 5 cosechss como las de cereales por el actual sistema, y continúa el ganado paciendo, en el caso que nos ocupa, hasta febrero de 39; en abril ó mayo del mismo se da un corte al forrage; en setiembre otro y pace el ganado hasta 20 de octubre del propio, en que se alza el terreno; el 25 se *bina*; el 30 se *tercia*; el 4 ó 5 de noviembre se *cuarta* ó *refresca*, se esparce la semilla de cereal y se *cubre*. Con lo que, al fin del año de 39, se tienen dadas 8 labores, y se han obtenido 6 cosechas, resultando sembrada otra de cereales. De marzo á mayo se esparce la semilla de pipirigallo, y se entierra al escardar. Por julio ú agosto se siega; y esta cosecha, por haber estado 5 años el pipirigallo y paciendo los ganados 5 temporadas, se podrá reputar como $1\frac{2}{5}$ de la cosecha actual; y ademas continúa creciendo algun tanto y arraigando el pipirigallo; en términos que *en fin de octubre ó principio de noviembre de 40 se habrán obtenido* $7\frac{2}{5}$ *cosechas y dado 9 labores*; por lo que *una labor equivale á* $\frac{37}{45}$ *de cosecha ó en decimales á 0,822 de cosecha*; y ademas queda el terreno sembrado de pipirigallo, y dispuesto, sin dar ninguna otra labor ni hacer ningun otro gasto, para producir, en cada 1 de los 5 años consecutivos, 2 cortes de forrage y que pasten los ganados 1 temporada; lo que equivale á obtener 5 cosechas mas como las actuales sin aumentar el gasto; pero estas no las tomarémos en consideracion, por cuanto se cojen fuera del setenio que consideramos.

371 *La resolucion del problema para este caso en terrenos húmedos*

no se diferencia del caso anterior, sinó en sembrar (369) alfalfa mezclada con trébol, pero este en menor cantidad, en vez de sembrar el pipirigallo; y el resultado aunque será algo mas ventajoso que el anterior, por rendir mar producto la alfalfa, sin embargo le supondrémos igual para calcular siempre bajo: y será *el que con* 9 *labores se obtendrán* $7\frac{2}{5}$ *cosechas; y una labor producirá en este sistema* $\frac{37}{45}$ *de cosecha, ó en decimales* 0,822 *de cosecha.*

372 Veamos los resultados y utilidades que rendirá *la séptima fanega cultivada á* 7 *hojas*; esto es, que en el periodo de 7 años consecutivos produzca solo 1 cosecha de cereales, y lo demas del tiempo, quedase de *eriazo* por el actual sistema: pero que por el nuestro quedará sembrada con plantas de forrage.

Resolucion del problema para terrenos secos. En fin de octubre ó principio de noviembre de 33, suponiendo preparadas las tierras, se da la labor de *refrescar*; se esparce la semilla de cereal y se *cubre.* De marzo á mayo, al escardar, se siembra el pipirigallo y queda enterrado con la escarda; y procediendo exactamente como se ha dicho (370), resultará que en octubre de 38 se habrán obtenido 5 cosechas como las del actual sistema, con solo 3 labores, y se halla pastando el ganado hasta febrero de 39. Por abril ó mayo de este se da un corte de forrage; por setiembre otro y vuelve á pacer el ganado hasta febrero de 40. En abril ó mayo de este, se da un corte de forrage; en setiembre otro, y pace otra temporada el ganado: en términos, que *en octubre de* 1840 *en que concluye el setenio principiado en* 1833 *se han cogido* 7 *cosechas solo con* 3 *labores*, por lo que 1 *labor produce* $\frac{7}{3}=2\frac{1}{3}$ *cosechas*, ó en decimales 2,333 cosechas.

373 *Resolucion para terrenos húmedos.* Es la misma que la del caso anterior, sin mas diferencia que sembrar trébol y alfalfa en vez del pipiripallo como se ha espresado (369); y en este sistema *resultan en el consabido setenio* 7 *cosechas con solo* 3 *labores; y una labor producirá* $2\frac{1}{3}$ ó 2,333 *cosechas.*

374 Si sumamos las 39 labores (364) que se han dado á la 1.ª fanega en que hemos aplicado el cultivo de alternativa ó cambio de cosechas; con las 21 labores que se han dado (365) á la 2.ª que se ha cultivado por *año y vez* ó á 2 *hojas*; con las 15 labores que se han dado (366) á la 3.ª ó cultivada á 3 *hojas*; con las 9 labores que se han dado (367) á la 4.ª que se ha cultivado á 4 hojas; con las 9 labores que se han dado (368) á la 5.ª que se ha labrado á 5 hojas; con las 9 labores que se han dado (370) á la 6.ª que se ha cultivado á 6 hojas; y con las 3 labores que se han dado (372) á la 7.ª que se ha cultivado á 7 hojas, resultan entre todas 105 labores. Por el sis-

tema actual (362) resultan 172 labores; luego por mi sistema se han dado 67 labores ménos, que es mucho mas de la 3.ª parte del número 172 de labores que se dan en la actualidad. Y así, *estableciendo mi sistema de cultivo en las mismas 7 fanegas, resulta que por mi sistema se ahorra mas de la tercera parte de las labores que por el actual.*

375 Veamos el aumento de produccion que resulta, con este considerable ahorro de mas de un tercio de gastos en labores. Para esto, no hay mas que sumar los números que espresan las cosechas que se han obtenido en cada una de las 7 fanegas. Por lo que, sumando las 13 cosechas que dió la primera (364); con las $7\frac{5}{6}$ que dió (365) la *segunda*; con las $7\frac{7}{12}$ que dió (366) la *tercera*; con las $7\frac{1}{4}$ que dió (367) la *cuarta*; con las $7\frac{1}{3}$ que dió (368) la *quinta*; con las $7\frac{2}{5}$ que dió (370) la *sexta*; y con las 7 que dió (372) la *séptima fanega*, resultan entre todas 57 y $\frac{2}{5}$ cosechas ó en decimales 57,4 cosechas. Por el actual sistema se obtienen (361) solo 29 cosechas; y como á 57 y $\frac{2}{5}$ le faltan solo $\frac{3}{5}$ para ser el doble de 29, resulta que *por mi sistema, las mismas 7 fanegas de terreno, con mas de un tercio de ahorro de labores, producen cerca de duplo número de cosechas.*

376 Si dividimos el número $57\frac{2}{5}$ cosechas que producen las 7 fanegas cultivadas segun mi sistema, por 105, que es el número de las labores que por él se dan, resulta que 1 *labor por mi sistema produce $\frac{287}{525}$ de cosecha, ó en números decimales* 0,547 *de cosecha.*

377 Si queremos averiguar la relacion exacta que guarda el producto de una labor en mi sistema de cultivo con el del actual, no tenemos mas que comparar los números $\frac{287}{525}$ y $\frac{29}{172}$ que espresan (376 y 362) el producto de cosecha que corresponden en cada sistema á una labor, y se obtendrá que *el producto de una labor por mi sistema de cultivo es al producto que resulta por el actual* : : $3\frac{1}{4}$: 1. Lo cual nos quiere decir, que, á igualdad de gastos en ambos cultivos, por mi sistema se obtienen *tres veces y cuarto* mas utilidades que por el actual.

378 Tambien se verifica el que por mi sistema, *el Labrador, ademas de aumentar considerablemente sus goces y haciendas, hace tres veces y cuarto mayores todos sus productos.* En efecto, suponemos que el Labrador se halla en disposicion actualmente de dar 172 labores en el setenio por el actual sistema á sus 7 fanegas de tierra. Por mi sistema, para sacar duplo producto efectivo (375) se empléan (374) solo 105 labores. Y como por mi sistema el Labrador mas bien se halla en disposicion de aumentar sus labores que de disminuirlas, resulta que, si teniendo él los ganados, aperos, gañanes &c. correspon-

dientes para dar en el setenio 172 labores de á fanega, no diese mas de las 105, se verificaba que tenía parados ó desperdiciaba los capitales, y carecía del producto del trabajo ya del ganado, ya de sus mozos &c. correspondiente á 67 labores; y como esto no acomoda de ningun modo al Labrador, vamos á esplicar lo que conviene y debe hacer, para que saque el mayor provecho. Por lo que dirémos (424), resulta que en la actualidad, hay terrenos que se pueden labrar en todas partes sin que su adquisicion cueste nada, y en que se perdona ó exime del pago de diezmos y primicias por un cierto número de años y se deja la puerta abierta para aumentar el término de las exenciones, si las circunstancias lo exigen. Luego, sin violencia, podrémos establecer que en cualquier parage donde se halle un Agricultor, encontrará terrenos eriales ó baldíos que cultivar ó roturar, y que podrá emplear en ellos las 67 labores sobrantes que le resultan en el setenio por mi sistema; pero, aunque en la actualidad se presenta la mejor coyuntura para hacerse propietarios sin fondos, pues no hay mas que labrar los eriales, baldíos &c. en virtud de las leyes vigentes que se citarán (424); no obstante, nosotros supondrémos que el esceso de ganancia que al Labrador resulta por mi sistema respecto de lo que obtiene por el actual, lo reparta de este modo. La mitad para darse un trato mejor; pues yo deséo que el Labrador coma carne todos los dias, y que en los féstivos coma gallina, perdices &c.; y en una palabra, que destine la mitad del exceso de ganancia que le proporciona mi cultivo, para satisfacer completamente sus necesidades, y aumentar sus conveniencias, atendiendo á sus comodidades, al mejor bien estar de su familia, y á proporcionar la educacion correspondiente á sus hijos &c. &c. La otra mitad del exceso de ganancias, que obtiene por mi sistema de cultivo sobre el actual, supondrémos que lo emplée en la adquisicion de las tierras necesarias para dar las 67 labores en el setenio. En cuyo caso, debemos averiguar cuantas cosechas corresponden á estas 67 labores por mi sistema: lo que se conseguirá formando la regla de tres que sigue; *si 105 labores por mi sistema, producen 57,4 cosechas, las 67 labores mas, que el Labrador se halla en estado de dar, ¿cuantas cosechas le producirán?* y se halla (§ 200 Ar. de N.) 36,6 cosechas. Reuniendo estas á las 57,4 que obtenía ántes, cuando empleaba solo las 105 labores, resultan entre todas 94 cosechas. Lo cual nos quiere decir, que al fin del espresado setenio habrá obtenido el Labrador 94 cosechas; por el actual sistema solo cogía 29; y como 94 es 3,24 veces mayor que el 29, *resulta que suponiendo que un Labrador principie en fin de octubre ó principio de noviembre de 1833 á seguir mi sistema, habrá obtenido en fin de octubre ó*

principio de noviembre de 1840 un resultado 3,24 veces mas ventajoso, esto es, muy cerca de tres veces y cuarto mayor que el obtenido actualmente; y todo esto, ademas de haberse dado mejor trato en comer, vestir, educar sus hijos &c. &c. y tener mas tierras &c. resultando, ademas, las generales ventajas de conservarse mas frondoso el terreno, y que haya desaparecido la aridez &c. &c. de lo que reportan inmensas utilidades todas las clases del Estado.

Tanto para calcular siempre bajo, como para espresarnos con mas sencillez, y facilitar mas la inteligencia de las consecuencias que vamos á deducir, *supondrémos que las ventajas obtenidas por mi sistema sobre las del actual, solo sean tres veces mayores*; y para fijar de un todo la cuestion, supongamos que un Labrador en el dia obtenga cada año un ingreso en su casa, por el producto de todas sus labores, cultivos, trabajo &c. &c., de *diez mil* rs. vn. En los 7 años, que trascurran desde fin de octubre ó principio de noviembre del presente año de 33 hasta la misma época de 40 habrán ingresado en su casa 70ϑ000 rs. vn. Los cuales se le han ido en los gastos de labor, cargas de la labranza &c. &c.; pues vemos lo muy agoviados que se hallan nuestros Agricultores *. Y como por mi sistema, ademas de obtenerse mayores comodidades y alivios, tanto generales como particulares, los productos se hacen lo ménos 3 veces mayores, resulta que, por mi sistema, el mismo Labrador habrá obtenido unos ingresos de 210ϑ000 rs. vn. en el mismo setenio.

379 Ahora me corresponde el hacer patente una verdad sumamente importante acerca de las ventajas que proporciona la Agricultura y Economía rural. En las obras y discurso del *Sr. Arias*, en la del *Herrera*, y en la de la mayor parte de los Escritores y periodistas, se manifiesta que siendo la Agricultura la que proporciona el alimento al hombre, y la que surte de materias 1.as á los demas ramos de industria, merece ocupar la 1.er atencion de los hombres, y de los Gobiernos para hacerla prosperar. Se dan razones muy poderosas sobre este particular; y muy poco se puede añadir á lo que tantos Sabios y Eco-

* Las ventajas de mi sistema sobre el actual son, suponiendo que continúan los mismos obstáculos que hoy cargan sobre la Agricultura; pero serán todavía mucho mayores las ventajas que se obtendrán si nuestro Augusto Soberano continúa las benéficas providencias, que ya ha principiado á tomar. Por mi parte, al proponer á S. M, el medio de poner en ejecucion el contenido de esta obra, conciliando todos los intereses y circunstancias, presentaré á los pies del Trono mis idéas acerca del modo de aliviar á la Agricultura, no solo sin perjudicar á nadie, sinó con ventajas de todas las clases del Estado y de los mismos Extranjeros que tanto aprecian nuestros exquisitos frutos para satisfacer sus necesidades, atender á sus conveniencias, y surtir de materias primeras á sus fábricas; y sí tuviere la dicha de ser oido benignamente, se completarán todas mis satisfacciones.

nomistas han establecido. Pero hay sin embargo una circunstancia que no se ha considerado bastante, y que me corresponde aclarar; y es, que *el aumento de productos de la Agricultura y Economía rural sigue mas bien la ley de una progresion geométrica que la de una progresion aritmética.* Por lo cual, interesa mucho al Estado el fomento de la Agricultura; puesto que es la industria que rinde mas provechos tanto directos como indirectos.

380 Para dar á conocer hasta qué punto puede llegar este aumento de produccion por mi sistema, observaré que la edad media en que se puede reputar, que contraen matrimonio ó se establecen nuestros Labradores, es la de 20 á 25 años, y que viven por término medio hasta la de unos 55 á 60 años. Luego podemos suponer aproximadamente que un Padre de familias, por término medio, labra sus tierras por espacio de unos 35 años, esto es por 5 setenios. Supongamos que, al establecerse, lleve lo necesario para que ingresen 10U000 rs. anualmente en su casa por el sistema actual, y que se establezca precisamente en fin de octubre ó principio de noviembre del presente año de 33. Veamos cual será su suerte por mi sistema de cultivo en octubre de 1868 que puede reputarse concluida su carrera por punto general ó término medio. Al fin del 1.er setenio en 1840 habrán ingresado en su casa 210U000 rs. Y para indagar cual será su estado al cabo del 2.° setenio, que concluirá en fin de octubre ó principio de noviembre de 47, formarémos esta regla de tres, *si en el principio del* 1.er *setenio, se halla en estado de adquirir en él* 70U000 rs. *y por mi cultivo adquiere* 210U000, *hallándose en el principio del* 2.° *setenio en disposicion de adquirir* 210U000, *¿cuánto adquirirá en dicho* 2°. *setenio? y se hallan* (§ 200 *Ar. de N.*) 630U000.

Para averiguar los ingresos en el 3.er setenio, dirémos 70U000 : : 210U000 : : 630U000 : es al cuarto término, que se halla ser 1U890U000. Al fin del 4.° setenio, habrán ingresado 5U670U000; y al fin del 5.° ingresarán 17U010U000 rs. es decir *mas de diez y siete millones de* rs. Donde vemos que estos números siguen la ley de una progresion geométrica cuyo 1.er término es 70U000 y la razon 3.

381 Todo esto es solo bajo el aspecto de la pura labranza; pero si á esto añadimos lo que reportará el producto de la cría de los ganados, que aun no hemos tomado en consideracion, se vislumbra desde luego la favorable y halagüeña perspectiva que se presenta á nuestros Agricultores. Esto es aun sin suponer que se hayan hecho de regadío las tierras; pues proponemos nuestro sistema, como un medio preliminar, y como resultado de combinacion de los elementos del cultivo, para proporcionar al Labrador recursos para satisfacer sus necesidades, au-

mentar sus goces y que pueda emprender el regadío: y puesto que ya le tenemos en estado próspero, si destina una parte de las ganancias líquidas para proporcionarse el regadío por los medios que se manifiestan en el libro 6°. y se completarán en los (9° y 10°), entónces estos resultados, que acabamos de obtener, se aumentarán del modo prodigioso que se ha manifestado en el libro 1.°.

382 *Observaciones.* 1.ª Por mi sistema resulta, que se van obteniendo mayores ventajas á proporcion que se labra á mayor número de hojas. 2.ª Se verificará en muchas ocasiones, terrenos y circunstancias que el pipirigallo, trébol ó alfalfa estén sumamente lozanos, y que acomode al Labrador que permanezcan mas tiempo en el terreno; y como el cultivador solo debe tener en consideracion sus provechos y utilidades, lo deberá dejar hasta que vaya decayendo, y habrá ocasiones en que podrá conservar diez y aun mas años la alfalfa y pipirigallo. Lo cual le es sumamente ventajoso; pues que sin gastar absolutamente nada, puede duplicar, triplicar, cuadruplicar &c. sus provechos.

383 3.ª Resulta igualmente, que aun suponiendo que se establezca mi cultivo solo en la décima parte del terreno que hoy se labra en España, se obtendrán desde el año inmediato al en que se ha cogido la 1.ª cosecha, muchos mas forrages que los que pueden consumir los ganados existentes; por lo cual desde un principio se deberán tomar las medidas oportunas para aumentar los ganados. Con este objeto, no se deberá matar de aquí en adelante ninguna hembra de ganado vacuno, lanar, cabrío ni de cerda, hasta que ya no puedan servir mas para propagar su especie. Y para que se vea cual puede ser la ventaja de criar ganado, y que los productos de la economía rural crecen tambien en progresion geométrica, pondrémos aquí un ejemplo de lo que podrá producir en 5 setenios, una *ternerilla* que se tome recien destetada, una *corderilla*, una *cabritilla* y una *cochinilla*.

384 Principiémos por la *ternerilla*. Segun la doctrina espuesta por *Don Francisco Gonzalez* en su apreciabilísima *Memoria del ganado vacuno destinado á la Agricultura y Comercio, impresa en Zaragoza en* 1818, aunque es mejor que el parto de las vacas se verifique en los 6 primeros meses del año, sin embargo, no resultan grandes inconvenientes en que supongamos nazca la ternerilla en fin de octubre de 1833, para referirnos siempre al setenio que principia en dicho mes y año, y concluya en la misma época de 1840. Esta ternerilla podrá cubrirla el toro á los 2½ años, por ejemplo en abril de 36. Pero lo mas á los 10 meses, luego lo verificará en febrero de 37. Supongamos que el becerrillo mame 5 meses, que es lo mas, segun el espresado Autor, y que al mes siguiente la cubra otra vez el toro, y ten-

drémos que en agosto de 37 quedó cargada la vaca, y á los 10 meses, esto es, en junio de 38 dará otra cria. Esta se destetará, á mas tardar, en noviembre del mismo 38, y á fin de diciembre podrá quedar cargada de nuevo. En octubre de 39 parirá otra vez. La cria mamará hasta fin de marzo de 40; se destetará, y á fin de abril quedará cargada, y parirá en febrero de 41; pero no debemos contar esta cria, por verificarse fuera del setenio que consideramos. Por lo cual, la ternerilla que nazca en fin de octubre de 33, habrá procreado á últimos de octubre de 40, tres crias, á saber, 1 en febrero de 37, otra en junio de 38, y otra en octubre de 39, hallándose ademas cargada.

Supongamos que de estas crias, sean alternativamente *una macho y otra hembra*; y con el objeto de calcular bajo, supondrémos tambien que siempre preceda *macho*, que es lo mas desventajoso, y resultará que de las 3 crias que ha dado la vaca en el 1.^{er} setenio, solo se podrá suponer hembra la que nazca en junio de 38.

385 Veamos lo que resultará en el 2.º setenio. La vaca primitiva dará otra cria en febrero de 41, y que supondrémos sea una ternerilla, por haber sido macho la precedente; le dará de mamar 5 meses, esto es, hasta fin de julio, quedando cargada en fin de agosto, y parirá otro ternerillo en fin de junio de 42. Le da de mamar hasta fin de noviembre del mismo, y al fin de diciembre queda cargada. En fin de octubre de 43 pare una ternerilla; esta mamará hasta fin de marzo de 44; y ya no se la debe hacer criar mas, y conviene cebarla para el matadero. Luego en el 2.º setenio ha parido la primitiva una ternerilla en febrero de 41, un ternerillo en junio de 42, y otra ternerilla en octubre de 43.

386 Veamos ahora lo que producirá la ternerilla nacida (384) en junio de 38; parirá un ternerillo (suponiendo que las crias sean alternativamente, macho y hembra, y que preceda el macho para calcular siempre corto) á los 40 meses, es decir, en fin de octubre de 41; á los 16 meses, esto es, en fin de febrero de 43, parirá una ternerilla; á los 16 meses, esto es, en fin de junio de 44 parirá un ternerillo; y á los 16 meses, esto es, en fin de octubre de 46, parirá una ternerilla; á los 16 meses, esto es, en fin de febrero de 48 volverá á parir; pero como ya sale del setenio que cumple en fin de octubre de 1847, no la contarémos. Por consiguiente, la ternerilla nacida (384) en fin de junio de 38, habrá procreado en el 2.º setenio 4 crias, á saber, 2 ternerillos y 2 ternerillas, siendo por decirlo así *nietas* de la primitiva.

387 Averigüemos lo que procreará la ternerilla nacida (385) en febrero de 41. A los 40 meses, esto es, en fin de junio de 44, parirá un ternerillo. A los 16, es decir, en fin de octubre de 45 parirá una ternerilla. A los otros 16, esto es, en fin de febrero de 47, parirá un

ternerillo. Luego en el mismo 2.° setenio habrá dado 3 crias, que serán tambien *nietas* de la primitiva.

388 La ternerilla nacida (385) en fin de octubre de 43, á los 40 meses, es decir, en fin de febrero de 47, habrá parido un ternerillo que tambien será *nieto* de la primitiva.

389 La ternerilla nacida (386) en fin de febrero de 43, y que es *nieta* de la primitiva, á los 40 meses, esto es, en fin de junio de 46, parirá un ternerillo; y á los 16, esto es, á fin de octubre de 47, habrá parido una ternerilla. Por lo que, en este 2.° setenio habrá procreado 2 crias, que serán *biznietas* de la primitiva.

390 Resulta pues, que en el 2.° setenio, la primitiva procreó 3 crias; y uniendo estas con las 4 nietas que se han obtenido (386); con las 3 nietas que se han espresado (387); con el 1 nieto de que se ha hablado (388); y con las 2 biznietas que han resultado (389), tenemos 13 crias en este 2.° setenio.

391 Ahora bien, como al fin del 1.^{er} setenio se obtuvieron 3 crias, si queremos obtener aproximadamente las del 3.^{er} setenio, sin repetir consideraciones tan detalladas y minuciosas, formarémos esta proporcion. *Si 4 reses con que se empezó el 2.° setenio* (pues aun vivía la primitiva), *han procreado 13 en el 2.°; empezando el 3.^{er} setenio con estas 13 ¿cuántas resultarán al fin del espresado 3.^{er} setenio?* y se deducen unas 42. Para encontrar aproximadamente las que tendrémos al fin del 4.° setenio, dirémos; *si 4 reses con que empezamos el 2.° setenio, se nos han convertido en 13 al fin del mismo; empezando con 42 reses el 4.° setenio, ¿con cuántas reses nos hallarémos al fin del mismo?* y resultarán unas 136. Para encontrar el número de reses aproximadamente que se obtendrán al fin del 5.° setenio, dirémos; *si habiendo empezado el 2.° setenio con 4, hemos obtenido 13 al fin del mismo; principiando con 136 el 5.° ¿con cuántas nos hallarémos al fin del mismo?* Y se obtienen 442. Donde advertimos que los números 4, 13, 42, 136 y 442 que espresan las reses que obtiene el Labrador al fin de cada setenio, forman una progresion geométrica cuyo 1.^{er} término es 4, y la razon $\frac{13}{4}$.

392 Si queremos averiguar el número de reses, que ha procreado la primitiva en los 5 setenios, sumarémos las 3 crias que obtuvimos al fin del 1.°, con las 13 del 2.°, con las 42 del 3.°, con las 136 del 4.°, y con las 442 del 5.°; y resultan 636. Todo esto es en el caso mas desventajoso.

393 Pasemos á considerar lo que procreará una *corderilla* que nazca en fin de octubre de 1833. Puede parir en octubre de 35, y luego á razon de 1 cria por año, en octubre de 40, habrá parido 6, que por lo regular serán mitad machos, y mitad hembras. Supongamos que

en el primer parto, esto es, el de 1835 resulte macho, y que sigan así alternativamente macho y hembra; y tendrémos que en octubre de 36 parirá una hembra la primitiva; en octubre de 38 será tambien hembra lo que para, y tambien en octubre de 40.

394 La nacida en fin de octubre de 36 parirá un macho bajo el mismo supuesto en fin de octubre de 38; una hembra en octubre de 39 y un macho en octubre de 40. Por manera, que al fin del espresado setenio, que principie en octubre de 33 y acabe en la misma época de 40, tenemos, que la primitiva ha parido 6 veces, y la 1.ª de sus crias hembras ha parido 3 veces, de las cuales será hembra la nacida en octubre de 39.

395 La cuarta cria de la primitiva, esto es, la nacida en octubre de 38, podrá parir en octubre de 40; por consiguiente, resultan 10 crias, que reunidas á la que dará la que nace (393) en octubre de 38, hacen 11 entre todas.

396 Veamos ahora lo que resulta suponiendo que la cria 1.ª de la primitiva sea hembra y macho la 2.ª, continuando así alternativamente, de modo que el año de 35 para hembra; el de 36 macho, el de 37 hembra, el de 38 macho, el de 39 hembra, el de 40 macho, y lo mismo las crias de estas. Resultarán de la primitiva 6 crias como ántes.

397 La hembra nacida en 35 parirá en 37 en el actual supuesto, una hembra; en 38 un macho; en 39 una hembra, y en 40 un macho. De todo esto resulta, que en octubre de 1840 habrá dado tambien 4 crias, como en el caso anterior, que serán 2 hembras y 2 machos.

398 La hembra nacida (396) en 37, parirá en 39 una hembra, y en 40 un macho, que son 2 crias.

399 La hembra nacida (397) en 37, de la hembra nacida (396) en 35, parirá en 39 una hembra, y en 40 un macho, que son 2 crias.

400 Sumando todas las crias, dadas tanto por la primitiva como por sus hijas, resultan 6+4+2+2=14. Las obtenidas por el otra método eran 11, su suma es 25; su mitad ó término medio son $12\frac{1}{2}$; pero supondrémos que por los abortos y otras causas se desgracien hasta mas de la 3.ª parte; con cuya rebaja quedarán 8 solamente al fin del espresado setenio. Supongamos que de estas sean la mitad machos y la otra mitad hembras, y que se vendan los 1.ºs para carne, piel &c.; su producto deberá considerarse como el *interes líquido* del dinero empleado en la compra de la primitiva; decimos *líquido*, porque la oveja da en lana, leche y queso, mas de lo suficiente para cubrir los gastos de su manutencion. Ademas, queda en beneficio del Labrador, la primitiva y las 4 hembras. Supongamos se mate la primitiva por acercarse el fin de su existencia: su producto será lo ménos diez

ó doce veces el capital empleado en su adquisicion. No hagamos entrar en cuenta este producto, y solo tomarémos en consideracion las 4 hembras. Cada una de estas dará la ganancia líquida que dió la primitiva, y tal vez mas en el setenio siguiente; porque todas ellas, ó al ménos la mitad, estarán en disposicion de criar desde el 1.er año. Supongamos, para calcular siempre corto, que solo produzca lo que la primitiva, y tendrémos que pues 1 nos da libres de todo, un aumento como 4 en fin del 1er setenio: estas 4 con que se empieza el 2.° setenio, ¿cuantas producirán al fin del mismo? Y resultan 16; estas 16 al fin del 3.er setenio se convertirán en 64; estas mismas al fin del 4.° setenio se convertirán en 256; y estas al fin del 5.° en 1024; donde vemos que esta produccion sigue los términos de una progresion geométrica, cuyo 1.er término es 4 y la razon tambien 4.

401 Sumando las 4 del 1.er setenio con las 16 del 2.°; con las 64 del 3.°; con las 256 del 4.°; y con las 1024 del 5.°, resultan entre todas al fin de los 5 setenios ó 35 años, que por término medio se puede reputar es la labranza de una persona agricultora, 1364 corderillas: esto es, ademas de otros tantos corderillos que se habrán matado, y de lo que habrán producido en leche, queso, lana &c. &c.

402 Las *cabras*, segun dice *Herrera*, suelen parir 2 cabritillos; y cuando hay buenos pastos, algunas paren dos veces al año. Por lo que su procreacion se debe reputar aun mas abundante que la de la oveja. Y como ademas se verifica que su manutencion exige ménos cuidados y gastos, pues comen de todo, debemos advertir que fomentando semejante cria en los parages donde no perjudiquen, los cuales son muchos y muy adecuados en España, se conseguirán ventajas de mucha entidad; pues ademas de las utilidades que se espresan en el *Herrera*, hay una de mucha consideracion, y de que yo me he convencido en mis viages, á saber, que *la piel de los cabritillos la aprecian y necesitan mucho los Extranjeros para guantes; que este ramo forma un comercio que casi es esclusivo nuestro*; y como la piel de un cabritillo se vende por término medio al salir de España por una peseta, esto solo, y aun prescindiendo de las demas utilidades, es ya un rédito proporcionado al valor de la cabra; y en dicho ramo no tenemos competidores. Esto sin duda es lo que ha dado orígen al proverbio usado en Castilla, de que *comerciante perdido, á la cabra ó al cochino.*

403 Para determinar la procreacion del *ganado de cerda*, observarémos que, en una adicion á la obra de *Herrera*, pág. 508 del 3.er tomo, se dice; "cuando la lechigada es muy numerosa, se deja mamar á todos los cochinillos, como unas tres semanas, y al cabo de este tiempo, se disminuyen hasta dejarlos en ocho ó en diez cuando

mas.......... "Nosotros supondrémos que se dejen 6 únicamente, para calcular mas bien corto que largo; y tambien que todas sean hembras, pues como generalmente la mitad son machos y la mitad hembras, y paren mas de 12, se pueden escoger las 6 que todas ellas sean hembras, y que los machos se maten para comerlos tiernecitos. Supongamos que la marranilla nazca en octubre de 33, y tendrémos que en octubre de 35 parirá y criará 6 marranillas; y como pare 2 veces al año; en abril de 36 criará otras tantas; en octubre otras 6; en abril de 37 otras 6: en octubre del mismo otras 6; en abril de 38 otras 6; en octubre del mismo otras 6; en abril de 39 otras 6; en octubre del mismo otras 6; en abril de 40 otras 6; y en octubre del mismo otras 6; concluyendo en este año el setenio que principió en la misma época de 33. Por lo tanto, la espresada marranilla ha criado 66 individuos de su especie, siendo estas *hijas* de la primitiva.

404 Veamos lo que producirán en el mismo setenio estas 66 marranillas, hijas de la primitiva, y designarémos lo que ellas produzcan con el nombre de *nietas* de la 1.ª Cada una de las marranillas nacidas en octubre de 35, pare 6 en octubre de 37; en abril de 38, otras 6; en octubre del mismo otras 6; en abril de 39 otras 6; en octubre del mismo otras 6; en abril de 40 otras 6; y en octubre de 40 otras 6; de modo que cada una procrea 42; y entre las 6 darán 252, que serán *nietas* de la primitiva.

405 Cada una de las nacidas en abril de 36 procreará 6 en abril de 38; otras 6 en octubre del mismo; otras 6 en abril de 39; y otras 6 en octubre del mismo, otras 6 en abril de 40, y otras 6 en octubre del mismo. Por esta razon, al concluir en octubre de 1840 el setenio que principió en dicha época de 1833, habrá procreado cada una 36, y 216 entre todas ellas.

406 Cada una de las nacidas (403) en octubre de 36 procreará 6 en octubre de 38; otras 6 en abril de 39; otras 6 en octubre del mismo, otras 6 en abril de 40, y otras 6 en octubre del mismo. Por lo tanto, en octubre de 1840 habrá procreado cada una 30, y 180 entre las 6.

407 Cada una de las 6 nacidas (403) en abril de 37, procreará 6 en abril de 39; otras 6 en octubre del mismo; otras 6 en abril de 40; y otras 6 en octubre del mismo. Luego, al concluir dicho setenio, cada una habrá procreado 24, y 144 entre todas.

408 Cada una de las 6 que nacieron (403) en octubre de 37 procreará 6 en octubre de 39; otras tantas en abril de 40, y otras 6 en octubre del mismo. Luego, al fin de dicho setenio, cada una habrá procreado 18 y 108 entre todas.

409 Cada una de las 6 nacidas (403) en abril de 38, procreará 6 en abril de 40; y otras 6 en octubre del mismo; luego, al fin del mismo setenio, cada una habrá procreado 12, y todas juntas 72.

410 Cada una de las 6 nacidas (403) en octubre de 38, criará 6 en octubre de 40; y todas juntas habrán procreado 36 al fin del mismo setenio.

411 Ahora bien, sumando las 252 nietas espresadas (404); con las 216 del (405); con las 180 del (406); con las 144 del (407); con las 108 del (408); con las 72 del (409); y con las 36 del (410), nos resultan 1008 *nietas* de la primitiva.

412 Veamos ahora, lo que procrearán en el mismo setenio estas *mil y ocho* nietas de la primitiva, y las crias que resulten las denominarémos *biznietas* de la primitiva. Cada una de las 6 nacidas (404) en octubre de 37, criará 6 en octubre de 39; otras 6 en abril de 40; y otras 6 en octubre del mismo. Por lo tanto, al fin del mismo setenio, habrá procreado cada una 18, y todas ellas 108.

413 Cada una de las 6 nacidas (404) en abril de 38, criará 6 en abril de 40; y otras 6 en octubre del mismo. Por lo que, al fin del mismo setenio, cada una habrá procreado 12, y 72 entre todas.

414 Cada una de las nacidas (404) en octubre de 38, criará 6 en octubre de 40, y entre las 6 procrearán 36.

415 Cada una de las nacidas (405) en abril de 38 criará 6 en abril de 40; y otras 6 en octubre del mismo. Luego cada una procreará 12 y 72 entre todas.

416 Cada una de las nacidas (405) en octubre de 38 criará 6 en octubre de 40; y 36 entre todas.

417 Cada una de las nacidas (406) en octubre de 38 criará 6 en octubre de 40. Por lo tanto las 6 habrán procreado 36 al fin del mismo setenio.

418 Sumando ahora las 108 biznietas espresadas (412); con las 72 del (413); con las 36 del (414); con las 72 del (415); con las 36 del (416); y con las 36 del (417), resultan 360 biznietas.

419 Veamos si estas podrán procrear algunas *tataranietas*; y como á las 6 que nazcan (412) en octubre de 39 no les corresponde parir hasta la misma época de 1841, que ya es fuera del setenio considerado, resulta que en dicho setenio no procrean ninguna *tataranieta*.

420 Sumando las 66 hijas que hemos hallado (403), con las 1008 nietas que hemos encontrado (411); y con las 360 biznietas espresadas (418), resulta que *la marranilla que nazca en octubre de* 1833, *podrá haber dado el ser á* 1434 *marranillas hasta dicha época de* 1840. Supongamos que por marros y circunstancias imprevistas, y

porque en general no dejan que vivan las marranas demasiado tiempo, para que no se endurezca su tocino &c., se desgracie todavía mas de la tercera parte y que se reduzcan solo á 900. Supongamos que la marranilla nacida en dicha época, ya destetada, haya costado un duro, que no es tanto; y que cada una de las 900, entre las cuales las hay de 5, de 4, de 3, de 2, y de 1 año, valgan una con otra $2\frac{1}{2}$ duros; lo cual es muy poco, y resulta, que el valor de las 900, marranillas ascenderá á 2250 duros. Rebajemos todavía, por si hay algun otro marro y por los gastos extraordinarios que ocasiona la cria, pues es necesario entónces dar algun grano, tanto á las guarras como á las crias en los primeros dias, los 250 duros que resultan de pico, y tendrémos en números redondos que el duro empleado al fin de 1833 en comprar una marranilla, nos ha producido *dos mil duros* al fin del setenio que cumple en 1840. Vease pues, si hay especulacion mas lucrativa. Casi toda esta ganancia puede suponerse líquida; pues los marranillos, que se van matando, se puede reputar que dan lo suficiente para los gastos ordinarios que originan.

421 Si queremos continuar hallando lo que resultará en cada uno de los 4 setenios que siguen, observarémos que, pues la marranilla nacida en octubre de 33 ha procreado 900 hasta octubre de 40, cada una de estas procreará en el segundo setenio que cumple á fines de octubre de 1847 otras 900, y entre todas ellas procrearán el producto de 900 por 900, es decir 810'000; estas, por el mismo órden, procrearán en el 3.^er setenio que cumple en octubre de 1854, un número de marranillas expresado por el producto de 810'000 por 900, que es 729''000'000. Continuando del mismo modo, resultará que al fin de octubre de 1861 en que cumple el 4.° setenio; habrá procreado 656'100''000'000 marranillas: y al fin del 5.° setenio, que cumple en fin de octubre de 1868, habrán resultado 590'''490'000''000'000 marranillas.

422 Ahora, sumando las 900 que se obtienen al fin del 1.^er setenio; con las 810'000 correspondientes al fin del 2.° setenio; y con las obtenidas al fin de los setenios 3.°. 4.° y 5.° resulta que *una sola marranilla, en 5 setenios, es decir, en 35 años, que es el tiempo que un hombre por término medio puede labrar, es susceptible de dar el ser* á 591'''146'829''810'900 individuos de su especie.

423 Si dividimos esta cantidad por los 10''541'221 habitantes, á que, segun el Censo asciende la poblacion de España, resultará que á cada español le corresponden 56''079'540 marranillas, y en cada uno de dichos años 1''602'272 marranillas; cuya prodigiosa procreacion nos manifiesta la gran filosofía que contiene el proverbio ya ci-

tado (402) de que, *Comerciante perdido especule en cabra ó cochino.*

424 Hemos indicado (378) que nuestros Agricultores pueden actualmente aumentar la labor cuanto quieran sin necesidad de comprar tierras; y juzgamos de la mayor importancia el amplificar ó esplanar esta idéa; pues se presenta en la actualidad la circunstancia mas favorable para nuestros Labradores. En efecto, es notorio que casi en todas partes de España abundan tierras que, por nuestras leyes vigentes, puede labrar todo el que guste, sin necesidad de comprarlas; porque, á causa de la mucha distancia que media entre nuestros pueblos y las tierras labrantías, son muy pocos los terrenos que se cultivan actualmente en comparacion de los que pueden serlo; y todos los que no se labran, se comprenden bajo las denominaciones de *terrenos* de *realengo*, *concejiles*, *eriales*, *senaras*, *comunes*, *baldíos* y de *propios*, ó de *mancomunidad de pastos*. Ahora bien, son varias las disposiciones legislativas que se han dado en diferentes épocas para los rompimientos; pero lo mas selecto, lo mas vigente, lo mas sabio, lo mas benéfico, magnánimo y generoso, que se ha pensado, discurrido y escrito en todos los tiempos, en todos los paises, en todas las circunstancias y por todos los Legisladores, Filósofos y Economistas, no llega ni con mucho á la sublimidad de pensamientos, grandiosidad de alma, bondad de corazon, deséo de promover el bien público, que contienen los dos memorables Decretos expedidos por el Sr. Don Fernando 7.° en 19 de mayo de 1816 y en 31 de agosto de 1819. Estos Decretos deberían estar esculpidos en letras de oro, y hacerse aprender de memoria en las escuelas á todos los niños; hacen honor, no solo al magnánimo Rey que los dictó, sinó á los sabios y celosos Ministros que los promovieron y autorizaron; y como *con ellos y la presente obra, que se ha compuesto exprofeso para facilitar su ejecucion, y la del Real Decreto inserto en su dedicatoria, se tendrán las verdaderas indias, y se conseguirá sin duda alguna la felicidad y bien estar de los Españoles*, los vamos á insertar íntegramente, con el carácter de letra mas bonito para dar á entender tambien con esto el aprecio de que son dignos, la gratitud que deben escitar en todos los corazones, y la veneracion con que debe mirarse á cuantas personas han cooperado á su expedicion, circulacion, y ejecucion; y escitar hasta por este medio, en la generacion presente y en las venideras, el deséo de continuar la misma ruta, como la mas segura para disminuir las penalidades del género humano, mejorar la situacion de los Españoles y llegar á obtener un lugar distinguido en el *templo de la inmortalidad*.

El de 19 de mayo de 1816 copiado literalmente de la Gaceta de Madrid de 21 del mismo, dice así: «El Emperador Carlos V trató de enriquecer los reinos de Aragon y Navarra sangrando los rios Ebro y Jalon; y los Pontífices Clemente VII y Paulo II penetrados de la necesidad y utilidades de este proyecto, concedieron al mismo y á sus sucesores en el reino de Aragon, por razon de los gastos necesarios para las obras, la percepcion perpetua del aumento de diezmos y primicias que resultase en las tierras puestas en riego, despues de satisfacer á los perceptores respectivos lo que, recibida informacion del producto del último trienio les correspondiese percibir. Las ventajas que lograron sus vasallos con este auxilio movieron al Emperador á solicitar la extension de esta gracia para los reinos de Castilla, Leon y Toledo, la cual le fué concedida por el Papa Julio III; y posteriormente á ruego de don Felipe II fué ampliada por la Santidad de Gregorio XIII á todos los nuevos riegos de las demas provincias de España é Islas Canarias. De estas concesiones hizo uso don Felipe V, abriendo cauces para regar con las aguas de Jarama y de Tajo. Don Fernando el VI, doliéndose de ver terrenos feraces cubiertos de maleza é incultos, especialmente en la provincia de Extremadura, quiso reducirlos á cultivo; y para suplir los gastos necesarios, obtuvo de Benedicto XIV el derecho del aumento de diezmo de estas tierras puestas en labor, del mismo modo que si provinieran de nuevos riegos, y con la expresion de que las tierras que incultas no pagaban diezmo alguno, estén exentas de todo otro que el correspondiente al Rey. Se ve pues que los Reyes mis predecesores se propusieron emprender las obras de riego, tan importantes en un clima ardiente para el fomento de la agricultura. Sin duda hubieran realizado sus benéficos deséos, si para decidir las querellas de los gabinetes se hubiese consultado siempre el interes de los pueblos. Estas consumen los sobrantes de la riqueza de las naciones, y agotan las fuentes de su prosperidad. Vanos han sido los clamores de la filosofía, que desengañada por la experiencia de los siglos, llora con el desconsuelo de ver los hombres condenados á unas paces tan pasageras que apenas cicatrizan las llagas de la guerra. La que, durante seis años ha sufrido la España, ha dejado el estado sin recursos para costear la dispendiosa obra de las acequias, *cuya ejecucion siempre es lenta, si no está presidida por el oficioso agente del interes individual.* No atenuar la fuerza de sus estímulos, apartar los estorbos que entorpecen su accion, y seguir la marcha trazada por la Providencia en los favores con que ha distinguido las naciones, es uno de los deberes mas esenciales del Gobierno. La España, regalada con un suelo aventajado, ha sido llamada al ejercicio de la agricultura. Esta debe ser *la primera fuente de su riqueza*; con ella deben combinarse las otras, porque *la materia siempre precede á la forma* y *al movimiento*; y la riqueza sólida y permanente no debe ceder su lugar á la precaria y deleznable. Esta verdad no ha sido bien respetada: la novedad de las teorías, la seductora muestra de los trabajos de la industria, sus valedores tan activos en el fomento de esta como sordos á las reclamaciones del modesto labrador, han *librado sobre la agricultura todas las gracias y exenciones dispensadas á favor de la industria y comercio.* No se ha

considerado que, *sin el estado floreciente de la agricultura, ninguna nacion puede ser feliz, industriosa y comerciante*; y que la riqueza y poder, nacidos sin la intervencion de aquel principio, están expuestos á los encontrados movimientos de la fluctuante política y á los riesgos de una desventajosa concurrencia. No se ha tenido presente, que las instituciones de los Gobiernos, en los climas felices, no pueden ser buenas si no miran á dar la mayor actividad á la cultura de los campos, ni ser conformes al órden si no favorecen esta actividad, y que en una sociedad bien organizada *todas sus leyes deben tener por objeto la prosperidad del mayor número de sus miembros*; siendo cosa cierta que *cuando los productos de la tierra son abundantes, los hombres no se contentan con el sustento únicamente preciso para la conservacion de su existencia, sinó que consumen mas, y añaden lo cómodo á lo necesario.*

»Penetrado de la bondad evidente de estas máximas; excitado por el amor de mis pueblos, y por el deséo de su prosperidad; convencido de que *esta debe particularmente en estos reinos establecerse sobre la agricultura, necesaria ademas para afianzar los progresos de las artes y del comercio*; desengañado de que *el tesoro público rara vez se hallará con sobrantes para emprender las obras de riego, y de que las que se costéan por el Gobierno se resienten comunmente de la falta del interes individual* en sus agentes inmediatos, he tenido á bien excitar el celo é interes de los *ayuntamientos, cabildos eclesiásticos y sugetos particulares, nacionales ó extrangeros*, para que acometan estas empresas; en la inteligencia de que *renunciaré en su favor las utilidades que resultarían á mi corona, costeando de su cuenta dichas obras*. Esta renuncia de las indicadas utilidades será determinada por los convenios que se ajustarán generosamente y con la intervencion del crédito público, como sucesor en los derechos y concesiones que se acordaron á la consolidacion. Las gracias pontificias no ofrecen materia á las dudas de buena fé en los principales puntos; y si en los subalternos dieren lugar á diversidad de conceptos, se les dará la conveniente aclaracion para que ningun estorbo se oponga al cumplimiento de mis paternales deseos, y á la prosperidad de mis amados vasallos.

»Para aliviar el coste de estas obras, no desviar al labrador de las ocupaciones de la agricultura, endurecer al soldado con un moderado trabajo, libertarle de los estragos del ocio, y darle un interes individual en estas empresas con economía del Real Erario, dispondré que la tropa se emplée en sus trabajos, bajo de los convenientes arreglos que deben preceder al efecto. Tendréislo entendido y dispondréis lo necesario á su cumplimiento. = Rubricado. = En Palacio á 19 de mayo de 1816. = A D. Pedro Ceballos."

Donde es digno de notarse la generosidad con que se escita el celo é interes, no solo de toda clase de corporaciones, sinó de los sugetos particulares *sean nacionales ó extrangeros*: circunstancias por las cuales resultan abiertas enteramente las puertas, sin ninguna restriccion para estos importantes ramos de industria; y de tal modo, que no hay ejemplo en la Historia.

El de 31 de agosto de 1819 copiado literalmente de la Gaceta de 9 de octubre del mismo año, es como sigue: «*Circular del Ministerio de Hacienda.*=El Rey nuestro Señor se ha servido dirijirme con esta fecha el Real decreto siguiente: «Todos mis augustos predecesores desde el Emperador Carlos V, de gloriosa memoria, miraron como *el medio mas seguro de elevar la nacion española al alto grado de prosperidad á que la llama su posicion geográfica, la fertilidad admirable de su suelo, la dulzura de su clima, y el talento de sus hijos, el construir nuevos canales de riego, que fertilizando sus anchas y hermosas vegas*, proporcionasen un aumento prodigioso de productos territoriales, que ademas de enriquecer la nacion con la mas sólida y verdadera de las riquezas, presentasen al comercio y á la industria los verdaderos medios de actividad y engrandecimiento. Con tan sublimes objetos solicitaron de los Pontífices romanos varias gracias que compensasen los extraordinarios dispendios que eran necesarios para acometer y llevar á cabo tan vastas empresas. Por desgracia, el estado de las luces de aquellos tiempos no les permitió reconocer que *nunca los Gobiernos consiguen con mas prontitud y seguridad el fin á que aspiran en tan grandiosos proyectos como cuando limitándose á remover con su autoridad los grandes obstáculos que presentan las leyes, la opinion y otras circunstancias, fian su ejecucion al interés individual, el agente mas intrépido y poderoso cuando la mano del Gobierno léjos de entorpecer su accion, la facilita con fuertes estímulos.* Desde la época feliz en que la Providencia, valiéndose del esfuerzo heróico de mis pueblos, me restituyó al trono de mis mayores, ha ocupado constantemente mi soberana atencion el exámen de los medios con que *podría realizar en mi reinado la egecucion de estas grandes empresas.* Así es, que siguiendo las huellas de mis augustos abuelos, pero libre de los errores económicos que se miraron como verdades en los tiempos en que ocuparon el trono; en mi Real decreto de 19 de mayo de 1816, guiado por los principios cuya verdad habían puesto en la mayor claridad los progresos de los conocimientos en las ciencias económicas, reconocí que *ni el Erario se hallaría en estado de emprender por sí las obras de nuevo riego de tanta consideracion en toda la monarquía; ni aun cuando pudiese disponer de algunos sobrantes, podría ejecutarlas con la prontitud y feliz éxito que convenía, sin fiarlas al interés individual de las mismas provincias, pueblos y corporaciones, interesados particular é inmediatamente en el aumento de los productos territoriales, especialmente en un clima donde generalmente se arriesgan las cosechas por falta de lluvias oportunas. Por lo mismo, en mi expresado Real decreto me limité á excitar el celo de los ayuntamientos, cabildos eclesiásticos y sugetos particulares á que acometiesen estas empresas, ofreciendo renunciar á su favor por generosos convenios con el crédito público*, á quien estaban consignados los productos de las gracias pontificias, *las utilidades que resultarían al Erario cuando por sí mismo costease estas obras.* Los efectos han correspondido á mis esperanzas; y he visto con el mayor placer de mi corazon que las provincias y los pueblos han emprendido desde aquella época vastas empresas de cana-

les de nuevos riegos, que jamas se habrían comenzado sin adoptar este benéfico sistema. Sin embargo, *la persuasion íntima en que estoy de que el medio infalible de perfeccionar nuestra agricultura, y dar un impulso vigoroso al comercio y á la industria, es generalizar en el Reino estas importantes obras*, me ha movido á meditar sobre los premios con que, usando de las facultades que me corresponden en virtud del breve de nuestro muy Santo Padre Pio VII, expedido en 31 de octubre de 1816, é inserto en mi Real cédula de 23 de diciembre de 1817, podría estimular á las provincias, corporaciones ó particulares á que acometiesen tan difíciles y costosas empresas. A este efecto y al de establecer reglas para promover con la circunspeccion debida los nuevos rompimientos de terrenos incultos, en los cuales pueda establecerse un cultivo sólido y permanente, sin excitar aquellos que causan notables perjuicios disminuyendo los pastos y leñas, ó cuya utilidad es muy problemática, he consultado, ademas de varias personas ilustradas, á mi Consejo Real, el cual oyendo á mis tres fiscales en consulta que ha dirijido á mis Reales manos, me ha expuesto, con el celo y sabiduría que acostumbra, cuanto ha tenido por conveniente para que se realicen mis benéficos deséos en bien de mis amados pueblos. Examinado todo por Mí con el detenimiento y madurez que exige la gravedad y trascendencia de este negocio, *queriendo promover los nuevos rompimientos que presenten notorias ventajas*, sin incurrir en el grave inconveniente de excitar con premios aquellos que puedan causar irreparables daños, ó cuyas ventajas son muy dudosas, y deseando sobre todo estimular el interés de mis pueblos y aun de los particulares á la construccion de nuevos canales de riego, y á que le faciliten por otros cualesquiera medios á sus tierras, he venido en dispensar las gracias, y hacer las declaraciones que comprenden los artículos siguientes:

«ART. 1.º *Concedo la exencion de todo diezmo y primicia en las cuatro primeras cosechas, ya se cojan estas en solos cuatro años, ya en ocho, segun la costumbre mas general, á los roturadores de terrenos incultos, que los reduzcan á un cultivo estable y permanente, y no pasagero y temporal, cuando los siembren de granos ó de cualesquier otros frutos de los que concluyen su vegetacion en solo un año.* 2.º La misma exencion gozarán los que planten de arbolado los terrenos nuevamente rotos, pero en este caso no comenzará á contarse con respecto al fruto del arbolado, sinó en los términos siguientes. En el plantío de vid, concluido el séptimo año de su plantacion: en los de olivo y algarrobo, concluido el veinte; y en el de morera, concluido el duodécimo: todo sin perjuicio de las costumbres y privilegios de no diezmar que en algunos pueblos y paises gozan estas plantas, *reservándome dictar las reglas para otra clase de árboles ó arbustos, si se me hiciese presente la utilidad y necesidad de su fomento* en algunas provincias del reino. 3.º Los que cercasen estos mismos terrenos nuevamente rotos con pared de fábrica sólida, alzada por lo ménos seis palmos castellanos sobre el nivel del terreno, *gozarán por dos cosechas mas la exencion de todo diezmo y primicia en cualquiera de los casos comprendidos en los artículos anteriores*; y por una cosecha mas si la cerca fuese con pared de piedra

seca ó de setos naturales. 4.° A los *ayuntamientos, comunidades, compañías, cabildos ó personas particulares, que, prévio el correspondiente permiso del Gobierno, construyeren á sus expensas canales de nuevo riego,* ya tomen las aguas de rios caudalosos, ora las reunan de muchos arroyos ó manantiales en un punto, bien las extraigan del seno de las altas montañas; concedo en las tierras que efectivamente reciban el beneficio del riego *la exencion de todo el aumento de diezmos y primicias por las cosechas siguientes.* En los granos, legumbres y cualesquiera otras plantas de las que concluyen su vegetacion en un año, por los 12 primeros, contados en cada tierra desde el en que comienza á regarse; entendiéndose esta gracia por los 12 años enteros, aun cuando en cada uno recojan dos ó mas cosechas de frutos diferentes. 5.° Estas mismas gracias serán extensivas á cualquiera comunidad ó particular que proporcionare á una ó muchas tierras el beneficio del riego por cualquiera otro medio de los que no exigen mi especial permiso. 6.° Si dichas tierras de nuevo regadío se plantasen de vides, olivos, algarrobos ó moreras, los 12 años comenzarán á contarse en los términos acordados en el artículo 2.° para los plantíos hechos en los rompimientos; y la gracia concedida á los que cierran las heredades nuevamente rotas se extenderá tambien á los que lo ejecuten en los de nuevo regadío. 7.° La exencion concedida á los que planten en tierras nuevamente rotas y en las de nuevo regadío vides, olivos, algarrobos ó moreras se entenderá en las provincias de Andalucía, Extremadura, Murcia ó Cartagena, Valencia, Islas Balcares, Pithuisas y Canarias; pues en las restantes del Reino en que se retarda la vegetacion *concedo un año mas* en los plantíos de vid y morera, y dos en los de olivo y algarrobo. 8.° Este aumento de diezmos y primicias se entiende el que resulte, deducido el que se pagaba á los legítimos perceptores cuando las tierras se hallaban de secano; cuya regulacion ha de hacerse, conforme al breve de S. S. de 31 de octubre de 1816 por tres años anteriores computado el fértil con el estéril, quedando ilesos dicho diezmo y primicia á sus legítimos dueños. 9.° Para evitar dudas, dificultades y pleitos en la cobranza del diezmo y primicia que han correspondido al Erario en los rompimientos hechos hasta el dia y de la mitad del aumento de los mismos desde la data del mencionado breve, usando de mi acostumbrada generosidad, quiero se sobreséa en la repeticion de los que me hayan correspondido; y declaro que solo debe comenzar á cobrarse el expresado diezmo y aumento desde la cosecha venidera de 1820. 10.° Las expresadas gracias que concedo á los nuevos roturadores y á los que construyan canales de riego se entienden *sin perjuicio de aumentarlas si las circunstancias particulares de alguna empresa lo exigieren.* 11.° La Direccion del Crédito público, á quien están consignados los diezmos de nuevos rompimientos, y la mitad del aumento en los de nuevo regadío, enterada de los anteriores artículos, cuidará de averiguar los rompimientos que se hayan hecho despues del 30 de agosto de 1800; recogerá á su tiempo de mano de los administradores de rentas decimales los productos de estos diezmos, conforme á mi Real órden de 16 del presente mes de agosto, y dictará á sus subalternos las instrucciones correspondientes para su recaudacion, custodia é inversion

en beneficio del establecimiento. Tendréislo entendido y dispondréis lo necesario á su cumplimiento.=Rubricado de la Real mano.=Dios guarde á V. muchos años. Madrid 31 de agosto de 1819.=José de Imaz."

Aquí se advierte no solo las amplias facultades que todo el mundo tiene para las nuevas roturaciones, sinó las exenciones que se conceden; y en prueba del vehemente conato y eficaz empeño con que S. M. promueve el bien en este importante asunto, promete aun hacer mas estensiva su generosidad si las circunstancias lo exigieren. Todas las disposiciones posteriores se dirigen mas bien á facilitar, que á imposibilitar el que se labren las tierras que por cualquier razon se hallen incultas; y que consta que el celo por el bien público del *Illmo. Sr. Don Niceto Larreta*, Director General de Propios y Arbitrios del Reino, promueve en el dia un expediente general sobre tan importante materia, que producirá ventajas de mucha consideracion. Resulta pues, que aun los meros jornaleros podrán hacerse propietarios, sin mas que labrar, en los momentos en que no tienen trabajo, algun pequeño terreno, donde hagan la sementera en los términos que hemos dicho; pues aun suponiendo que en su mismo pueblo no se hallen de estos terrenos, los habrá sin disputa alguna en los inmediatos; y como la adquisicion de una marranilla recien destetada, de una ovejilla, cabritilla ó ternerilla, no esceden á los gastos extraordinarios que él mismo puede hacer, ahorrando de las cosas mas superfluas, ó de ménos absoluta necesidad, resulta que de este modo estarán los Españoles ménos espuestos á la mendiguez, habitud funesta que con demasiada frecuencia vemos ser la única herencia que padres pobres ó perezosos dejan á sus hijos en las aldéas.

425 Estos terrenos, sembrados de pipirigallo, de trébol ó de alfalfa, en el intervalo de dos cosechas de cereales, viene á ser lo que se llama un *prado*; pero no lo hemos denominado así; y hemos preferido el usar de la palabra *yerba ó forrage*, para que el nombre no arredre. Y pues se debe esperar que, previas estas idéas, pongan algunos ya en ejecucion en todo ó en parte lo que hemos dado á conocer, no podrán ménos de obtener resultados mas favorables que por el actual sistema; y lo serán tanto mas, cuanto lo hagan con mas esmero, cuidado &c. &c.

426 Pasemos á insertar ahora la resolucion del problema enunciado (272) respecto de los *prados*. Cuando se espresa que un terreno se va á sembrar de *prado artificial*, se quiere dar á entender que se principia desde luego por sembrar las yerbas ó plantas de forrage, sin cereales; lo cual es tanto mas conveniente, cuanto en la formacion de los prados no se puede prescindir del *vallico* y de las *avenas*; por lo que,

de la inmensidad de combinaciones de que hemos hablado (288); yo formaría un prado del modo siguiente, que podrá servir de resolucion á dicho problema. Suponiendo que las tierras se hallen convenientemente preparadas, como espresa el *Sr. Arias* pág. 59 del 2.° tomo de sus lecciones, en los 1.os dias de octubre se sembrarán, á partes iguales el *vallico*, las *avenas*, el *pipirigallo*, los *tréboles* entre ellos el *encarnado*, la *alfalfa* y las *poas*. En algunos parages convendrá anticipar algun tanto esta sementera, para que cuando venga el frio, estén las plantas algo creciditas, y puedan resistir las heladas. El trébol encarnado produce en el año, y se le podrá dar un corte desde el 1.er abril ó mayo; y luego todos los que el Labrador vea que le pueden convenir; y un prado de esta naturaleza podrá durar de 10 á 12 años por término medio. Si el terreno, que se destina á prados, se rotura de nuevo, deberán prepararse las tierras ántes convenientemente, para lo cual se procederá de este modo. Si la tierra que se trata de roturar, contiene plantas que se llaman de *monte bajo* y se puedan quemar sin arrancarlas, ni rozarlas, se le pega fuego por agosto ó setiembre, con la precaucion conveniente de que el fuego no se estienda á mas terreno del que se quiere roturar. Despues se arrancan las raices ó tocones que quedan; se da la 1.ª labor, que en este caso se llama *romper*, cuidando de hacerlo tan pronto como sea posible, para que no se desaprovechen las cenizas. Se da otra labor en octubre ó noviembre. Por enero ó febrero se da la 3.ª; y la 4.ª se puede dar en marzo, abril ó mayo; y á fin de setiembre ó en octubre se *refresca*, se esparcen las semillas y se *cubre*.

Si las plantas, que hay, no pueden quemarse de pie, ya por no estar bastante espesas, ya por otras causas, entónces se roza; se dejan tumbadas en el mismo terreno: y cuando está seco todo este ramaje se le prende fuego, por diversos puntos, y es mejor sea por donde sopla el viento, dejándolo arder hasta que se queme; y se procede como ántes. La quema es muy conveniente en donde hay yerba: 1.° porque abrasa las semillas que perjudicarán luego á los sembrados; 2.° porque dejan las cenizas, que en corta ó gran cantidad siempre sirven de abono; 3.° porque abrasa muchos insectos, ó sus crisálidas, larvas &c. Si se quiere sembrar en el mismo año que se rotura, se hace la quema lo mas pronto posible; se *alza* tan luego como las 1.as aguas ablandan el terreno, se *bina* á los 8 dias; á otros 8 á 15 por ejemplo se *tercia*, y despues se hace la siembra en los términos espresados.

427 Estos prados servirán para dar cortes de forrage, y para que pasten los ganados, segun al Labrador le convenga. Y como todo prado artificial sirve de abono al terreno, resulta que, cuando el prado pe-

rece, se siembra de cereales: sobre cuyo punto no será inútil advertir que cuando no entra el vallico ni la avena en un prado, la esperiencia tiene acreditado que el órden en que mas conviene sembrar los cereales es, avena en el 1.er año; al otro cebada; y trigo al que sigue; luego patatas, y despues otra vez prados artificiales. Cuando entra el vallico ó la avena, conviene ántes de sembrar trigo, efectuar la siembra de las plantas que se han espresado (304).

428 Resolucion del Problema *para proporcionar pastos abundantes, sanos y provechosos donde no se puede arar ni labrar para formar prados.*

Antes de pasar á indicar las plantas, que vamos á proponer como adecuadas para formar pastos, debemos hacer algunas reflexiones sobre este particular Y principiarémos por llamar la atencion acerca del prodigioso número de combinaciones que nos han dado (288) las 22 plantas que pone el *Sr. Arias* como adecuadas para prados. Cuando las cosas, que se han de combinar son 34, hemos visto (§ 120 de L. 4) que el número de combinaciones es muy estraordinariamente mayor. De donde se deduce, que ocupando muchas hojas las listas de plantas que los *Sres. Arias y Martinez Robles* proponen para pastos en España, sería mucho mas prodigiosísimo el número de combinaciones que darían. *De esta inmensidad inmensa de combinaciones para pastos, yo voy á proponer una solamente*; y para formarla he tenido en consideracion las circunstancias siguientes: 1.a que sean plantas que se crien en España espontáneamente; pues si ellas por sí crecen y se propagan, cuando el hombre, estimulado por el grito constante de la naturaleza, que le dice *ayúdate y te ayudaré*, procure de algun modo su propagacion, y cooperando algun tanto á dejarles campo libre, quitando las yerbas dañosas, se criarán y multiplicarán mucho mejor y mas abundantemente; 2.a que las coma toda especie de ganados; y 3.a que reunan la universal aprobacion de cuantas personas se han ocupado directa ó indirectamente sobre este particular.

429 El catálogo de las plantas, que se encuentran espontánea y abundantemente en España, y pueden servir para pasto de los ganados, que inserta el *Sr. Arias* desde la pág. 365 hasta la 413 del 2.° tomo de sus Lecciones, reune la aprobacion de todas las personas inteligentes tanto Españolas como Extrangeras á quienes he consultado. Por consiguiente, cuanto se verifique sobre plantas contenidas en dicha lista no puede ménos de tener una solidez á toda prueba. Las listas que pone el *Sr. Martinez Robles* en el tomo 4.° del *Herrera*, reunen, ademas del mérito singular de haber sido elegidas con mucho tino por dicho Autor, la extraordinaria recomendacion de que han sido revisadas,

como dice el mismo *Sr. Martinez Robles*, por mi muy apreciado Amigo y Maestro el Sabio *Don Mariano Lagasca*; el cual reune la circunstancia de haber encontrado muchas plantas nuevas é interesantes en el territorio español, y de que sus investigaciones y descubrimientos sobre las avenas, insertas en su adicion al capítulo 16 del libro 1.° del *Herrera*, le hacen acreedor no solo á ocupar el mas distinguido lugar entre los Botánicos, sinó entre aquellos hombres que, celosos por el bien de la humanidad, no se desdeñan de entrar en los pormenores que necesita el cultivador para poderse aprovechar de los descubrimientos científicos.

430 Entendido esto, propongo en 1.er lugar como la planta que reune todas las circunstancias imaginables, el *vallico* (*Lolium perenne. Lin.*). Esta la coloca el *Sr. Arias* pág. 61 del 2.° tomo de sus Lecciones, como la 1.a entre las gramíneas que se encuentran naturalmente en los prados, y que pueden cultivarse para formar praderas artificiales. Ademas, dicho Autor la pone pág. 368 del mencionado tomo como adecuada para pasto de los bueyes y vacas; pág. 379 como adecuada para las cabras; pág. 392 como adecuada para las ovejas; pág. 403 como adecuada para toda clase de caballerías; y pág. 410 para los cerdos; luego es adecuada para toda especie de ganados. El *Sr. Martinez Robles* la pone pág. 68 del tomo 4.° del *Herrera* como una de las gramíneas mas útiles para prados artificiales; y ademas en la 1.a de sus listas, pág. 76 del espresado 4.° tomo, la pone como excelente para prados sin distincion de terrenos; y si es buena para prados lo será con mayor razon para pastos. Pág. 78 la pone como adecuada para los parages bajos y húmedos. Pág. 79 para los arenales un poco arcillosos. La nombradía y utilidades, que produce en los paises extrangeros, consta por lo espuesto en la seccion 2.a de este capítulo; luego el *vallico* es la planta que entre todas merece ocupar el 1.er lugar; y tambien porque es muy fácil de recoger la semilla en España. Y sin embargo de que yo estoy por lo útil y conveniente que es cambiar las semillas, y que sería oportuno traerla de Inglaterra, Francia &c.; pues ganaría mucho con pasar á nuestros benignos climas, yo la he adquirido de la sierra de *Albuñuelas*, que es el pueblo de mi nacimiento en el reino de Granada; y la daré á quien la desée propagar, así como las demas de que hablo (447).

431 Coloco en 2.° y 3.er lugar la *poa trivial*, y la *poa pratense* que pone el *Sr. Arias* pág. 62 del 2.° tomo de sus Lecciones, por las razones que allí pueden verse; y porque en la actualidad son las plantas que proporcionan natural y espontáneamente en España la mayor parte del forrage que, con el nombre de *heno*, sirve para nuestras carre-

terías. Estas plantas se hallan tambien en el catálogo del *Sr. Arias*, como adecuadas para los bueyes y vacas, ovejas, cabras y para toda especie de caballerías, y la pratense tambien para los cerdos. El *Sr. Martinez Robles* las coloca entre las gramíneas mas útiles para prados artificiales; y ademas en su primera lista pone á la pratense como *escelente*; y á la trivial como *muy buena*.

432 Coloco en el 4.° lugar las *avenas*; entre las cuales deben preferirse la *descollada* ó (*elatior*); la *amarillenta* (*flavescens*), y la de *prados* (*pratense*), la *vellosa* (*pubescens*) y la *cantábrica* que ha descubierto el *Sr. Lagasca*; por las razones que da el *Sr. Arias* pág. 62 y 63 de sus Lecciones, el *Sr. Martinez Robles* en la 65 del tomo 4.° del *Herrera*, y el *Sr. Lagasca* pág. 142 del 1.er tomo de la misma obra.

433 Coloco en el 5.° lugar la *alfalfa* ó *mielga*, de que habla el *Sr. Arias* pág. 63 de su 2.° tomo, y el *Sr. Martinez Robles* pág. 68 del 4.° del *Herrera* por las razones que dan dichos Autores. Ademas, el 1.° la pone como adecuada para los bueyes ó vacas, para las cabras, ovejas, para toda especie de caballerías y para los cerdos. Y el 2.° Autor la coloca en su 1.ª lista pág. 76; y nosotros nos hemos estendido lo bastante en la seccion 2.ª de este capítulo.

434 Coloco en el 6.° lugar el *pipirigallo* (*hedisarum onobrichis*) de que habla el *Sr. Arias* pág. 63, y el *Sr. Martinez Robles* en la 71. Ademas, este 2.° Autor la pone como muy buena en su 1.ª lista.

435 Coloco en 7.° lugar los *tréboles* de todas las especies que se puedan hallar; pues los anuales se reproducirán por sus semillas y los vivaces por sus raices y por sus semillas. De estas plantas habla el *Sr. Arias* pág. 64, y el *Sr. Martinez Robles* en la 71.

436 Coloco en 8.° y 9.° lugar la pimpinela (*poterium sanguisorba*), y la *sanguisorba oficinal*, por las razones que da el *Sr. Martinez Robles* pág. 73 del citado tomo 4.° del *Herrera*. Todas estas plantas corresponden á 4 diferentes familias, y algunas viven y prosperan mejor al lado las unas de las otras.

437 Ademas, yo propongo, por las razones espuestas en la seccion 2.ª, el que se siembren como arbustos la *alfalfa árbol*, y el *colitui* ó *coronilla glauca*. En cuanto al modo de efectuar esta siembra de pastos, nada hay mas sencillo.

438 Puesto que casi todas estas plantas se hallan en la mayor parte de los terrenos de España, costará muy poco á los Labradores ó Ganaderos recoger alguna semilla, y sembrarla en un parage donde se guarde en el 1.er año solo para semilla; y cogida esta, ó adquirida por los medios indicados (346) ó que se indicarán (447), se da á los mis-

mos pastores, los cuales pueden llevar un simple almocafre ó un escardillo que nada pesa, é ir sembrándolas, ya juntas, ya separadas, primero á gran distancia, y despues en los intervalos; y bien pronto se irán propagando y estendiendo. Y si aun no se quiere que los pastores lleven el pequeño peso del almocafre ó escardillo, bastará con que vayan arrancando las plantas que no coma el ganado; en el hueco, que ocupaba la raiz, queda siempre la tierra removida; echan en aquel hoyo la semilla; la cubren aunque sea con los pies; y como la siguiente que echan es de especie diferente de la mata que arrancan, se debe esperar que prosperen. Los pastores se entretienen muchas veces como por diversion en arrancar matas, sean útiles ó inútiles; y sin gran molestia, ni exigir un sacrificio estraordinario podrán sembrar mas de mil golpes diarios; pero aunque no siembre mas que 100, al cabo del año son mas de *treinta y seis mil*, y continuando esto por 2 ó 3 años, como luego las plantas que nazcan se multiplicarán por sí mismas, bien pronto se esparcirán las nuevas plantas. Solo tengo que advertir sobre este punto el que por ningun título se arranque ninguna atochera ó mata de esparto; pues este es un ramo que tiene mucha salida en el estranjero, y que puede servir para hacer un comercio muy lucrativo.

439 Hay ademas otros medios de hacer estas siembras con gran provecho. En los pueblos ocurre muchas veces que los jornaleros no tienen en que ocuparse. Entónces, de los fondos de propios se les puede satisfacer un jornal moderado; y que vayan á los campos incultos, y parages despoblados; se ocupen en arrancar las plantas y yerbas que no come el ganado, y siembren de las que acabamos de tratar. Repetimos que en un principio conviene sembrarlas á grandes distancias, pues como estas plantas producen mucha semilla, tanto el viento como las que se pegan al pelo de los animales, las propagarían muy prodigiosamente: y bien á poca costa, y haciendo el beneficio de mantener las familias indigentes sin que holgazaneen, podrán los pueblos formar pastos abundantes, sanos y provechosos, y que en algunos parages podrán segarse para suministrar forrage en el establo, á las reses paridas, enfermas &c. &c. Pero, aun hay otro medio práctico, independiente de grandes conocimientos en los Cultivadores y Ganaderos. Los henos, que, para nuestras carreterías, se cogen en las sierras, donde se crian espontáneamente, son en general muy buenos; y solo con recoger las semillas de estos y sembrarlas en otros terrenos algo cultivados, mejorarán considerablemente, y se tendrán no solo pastos, sinó prados escelentes y abundantes, adecuados á nuestro territorio y ganado.

440 Ya no debemos entrar en mas detalles; porque desde que el Labrador ó Ganadero haya hecho alguno de estos ensayos, y le haya to-

mado el gusto por traerle cuenta, se pondrá en disposicion no solo de no necesitar mis advertencias, sinó de darme á mí lecciones; de lo que yo me alegraré mucho, pues lo que deséo es su bien. Sin embargo, para no omitir por mi parte nada que pueda producir utilidad, no será inoportuno hacer algunas indicaciones, tanto para criar manso el ganado vacuno, como para hacer la manteca. Con este motivo debo indicar, que he observado generalmente en Francia, Inglaterra, Bélgica y Holanda el carácter pacífico de las vacas; y habiéndoseme proporcionado en *Château-neuf* el indagar la verdadera causa, me parece conveniente el espresarla, pues depende del modo de criar el becerrillo. En efecto, en *Château-neuf* lo crian como en Normandía; luego que lo pare la vaca, lo separan de habitacion y lo lavan; le dan una ó dos veces leche pura en una cazuela; para lo cual, el que lo cuida le mete en la boca el dedo corazon, é introduciendo en la cazuela, tanto la mano como la boca del becerrillo, este chupa y traga la leche; despues en los dias sucesivos se le da no leche, sinó el residuo que queda despues de haber quitado la nata con que se hace la manteca, tres veces al dia, siempre metiéndole en la boca el dedo de enmedio y teniéndole la boca metida en la leche. De aquí resulta que, como el becerrillo no conoce á su madre, y no oye sinó la voz de la persona que le cuida, siempre la obedece y sale domado. Jamas mama ni una sola vez de la madre. La vaca tampoco pone repugnancia á que la ordeñen; y no que en España es preciso ordeñarla delante del becerrillo, y esto á duras penas; retira la leche; y luego el becerrillo, cuando le destetan, padece y resultan otros inconvenientes que especifica muy oportunamente *Don Francisco Gonzalez* pág. 55 de la *Memoria* ya citada (384). A las tres ó cuatro semanas ó seis, la vaca entra en celo, lo que se conoce en que da bramidos; entónces la llevan á que la cubra un toro suizo, que no tiene cuernos; y si no queda cargada, á las 3 semanas por lo regular vuelve á entrar en celo, y se le vuelve á echar. Siempre da leche, escepto unas cuantas semanas ántes de parir. La leche de la vaca normanda es muy buena; da mucha manteca, y el residuo que queda es como la cuajada de España; y se da al becerro ó á los cerdos. En el invierno se cuecen las patatas, salvado &c. con este residuo, y se da no solo á los cerdos sinó á las mismas vacas. El agua casi clara, que sale de hacer la manteca, tambien se da á los cerdos. Del residuo que queda, quitada la nata, se hace queso; de manera, que nada se desperdicia.

441 El modo de hacer la manteca á la normanda es muy sencillo. Se deja la leche uno ó dos dias en unas vasijas de mucha superficie y poca profundidad, para que la nata suba á la parte superior. Despues se va sacando la nata con una especie de espumadera, se echa en una pieza

cúbica, como de un pie de lado (pero que puede ser mayor segun la cantidad de manteca que se necesite hacer de una vez); dentro de ella se pone otra pieza que consta de 4 tablas fijas perpendicularmente al eje. La rotacion se verifica en cualquier sentido; y aunque se varíe, nada importa; y la manteca se hace en poco tiempo. En la estacion del calor se lava la máquina con agua fresca; y cuando hace frio se templa con agua tibia. Conviene echar á la crema, al tiempo de hacer la manteca, un poco de leche recien ordeñada. Para lavar la manteca, se hace que se comprima con una especie de cuchareta de palo (que sería mejor fuese una especie de tenedor); de modo que la mano jamas toca á la manteca. Dicha vaca da 6 libras de manteca á la semana, que viene á ser una libra de manteca diariamente, ademas la leche que se consume en la casa *.

442 Yo mismo hice la manteca en *Château-neuf*; y en virtud de la sencillez con que lo efectué, he discurrido la maquinita que representa la (fig. 124 lám. 3). Esta solo se diferencia de la que ví en Orléans, que me parece la mas sencilla de todas, en lo siguiente. En la de Orleans el eje era un prisma, de base cuadrada; en cada una de sus caras laterales se hallaba fija una tabla de pino por medio de cola y de clavos; y aunque no resultan graves inconvenientes de esto, yo he tratado de evitarlos en la mia, disponiendo que toda la parte que gira sea de una sola pieza hecha de madera de encina; con lo cual no toca á la nata, ni manteca, ninguna otra materia estraña, y resiste mas que las de tablas unidas, por cuanto la madera de encina es muy consistente y lo es en todas direcciones; lo que no sucede con el pino, que resiste mas en la direccion de sus fibras que al través.

443 Bajo mi direccion ha hecho en Madrid esta maquinita *Don Francisco Garrido*, carpintero que vive calle del Desengaño núm. 4 frente á la Iglesia de N. S. de Portaceli; y ha resultado con tal sencillez, y tan adecuada al objeto, que ha merecido la aprobacion de la Reina N. Sra. una que tuve el honor de presentarle. Se han hecho otras para la *Sra. Condesa viuda de la Torre Alta*, para el *Sr. Marques de Espeja*, y para el *Excmo. Sr. Marques de Valverde, Conde de Torrejon, Mayordomo mayor de la Reina N. Sra.* &c. Esta última la he esperimentado yo mismo; y tanto dichos Sres. como el vaquero que ve la facilidad, prontitud y poco trabajo con que se hace la manteca por su medio, se hallan muy persuadidos de las ventajas que, bajo todos

* He aquí otro medio de comprobar la utilidad de las vacas, y de ser una grangería muy productiva. En Madrid cuesta una libra de manteca 24 rs. Luego una vaca de estas, ademas de suministrar leche y los productos del becerrillo, &c. podrá dar 24 rs. diarios, habiendo muchas familias de empleados y personas acomodadas que se mantienen decentemente con ménos.

los aspectos, lleva á los otros métodos conocidos. Yo he encargado al espresado carpintero que tenga siempre una hecha, para que se vaya estendiendo su uso. El precio es de 90 rs.; y á proporcion que se vayan haciendo mas, resultarán ménos costosas.

444 Todas estas operaciones se deben hacer desde luego; y cuando ya se tengan ganados, prados y pastos, entónces se intenta hacer choza, casa, cortijo, caserío, &c. teniendo presente el consejo de *Herrera* (pág. 2 del t. 2.º) de que *ántes plante los árboles que edifique casa; porque las arboledas le ayudarán á hacer casa y no la casa á las arboledas*. Por lo que, lo 1.º que debe hacer es proporcionarse agua para las personas y ganados. Lo que conseguirá recogiendo las aguas llovedizas como hemos dicho en el cap. 2.º de este mismo libro, y dejarlas en albercas, cisternas &c. Y para no dejar de dar ejemplos prácticos de todo, supongamos que se quiera formar un depósito de agua para el sustento de 5 personas; 30 bueyes ó vacas; 20 yeguas ó caballos; 100 cabras; y 200 ovejas. Veamos la cantidad de agua que se necesitará, y la superficie de terreno de que será preciso dirigir las aguas á la alberca, cisterna &c. Para esto deberíamos saber á punto fijo la cantidad de agua que necesita cada uno de estos vivientes. Sobre este particular, no existen datos, ó al ménos yo no he podido encontrarlos en parte alguna. He llegado á determinar, por esperimentos directos, que una persona en Madrid, necesita diariamente 0,391209 de pie cúbico (V. pág. 498 del Mercurio de octubre de 1824); y aunque las personas que habitan en el campo necesitan ménos agua que las de las ciudades, supondrémos, tanto para calcular siempre de modo que no falle, como para mayor sencillez, en el modo de plantear el cálculo, el que una persona necesite consumir diariamente 0,4 de pie cúbico de agua ó $\frac{4}{10}$ de dicho pie. Para tener algun dato de racional aproximacion respecto á los demas animales, debo advertir, que en virtud de algunas observaciones que tengo hechas, y de varias conferencias con personas muy versadas en esta materia, se puede sentar con alguna probabilidad, que cada vaca ó buey consume, en las 24 horas que tiene el dia, y calculando siempre mas bien por esceso que por defecto, puesto que es consumo, unos 6 pies cúbicos españoles de agua; cada caballo 4; y cada oveja ó cabra 1.

En este concepto, las 5 personas, á razon de $\frac{4}{10}$ de pie cúbico diario, consumirán 2 pies cúbicos al dia; y en los 365 dias que tiene el año, necesitarán 730 pies cúbicos. Los 30 bueyes ó vacas, á razon de 6 pies cúbicos cada uno, consumirán diariamente 180 pies cúbicos, y 65700 en todo el año. Las 20 yeguas ó caballos, á razon de 4 pies cúbicos diarios, consumirán 80 pies cúbicos y 29200 pies cúbicos anual-

mente. Las 100 cabras, á razon de un pie cúbico cada una, consumirán diariamente 100 pies cúbicos y 36500 al año. Las 200 ovejas, á razon de 1 pie cúbico diario, consumirán 200 pies cúbicos al dia y 73000 pies cúbicos anualmente. Sumando todos estos resultados anuales, se deduce que en todo el año se necesitarán 205130 pies cúbicos.

445 Veamos qué porcion de terreno se necesita para reunir esta cantidad de agua procedente de las lluvias. Con este objeto, observaré que, en virtud de lo espuesto (§ 11 L. 1.°), la cantidad media de agua de lluvia, que cae sobre el territorio español de la península, se puede graduar en una columna de agua de $2\frac{1}{2}$ pies esp. de altura; y suponiendo que de esta se aproveche para reunirla en balsas ó albercas, pozas y cisternas, solo la mitad, resulta que debe graduarse en $1\frac{1}{4}$ pies de altura. Por consiguiente, si dividimos el núm. 205130 que espresa los pies cúbicos de agua, que necesitamos en todo el año, por $1\frac{1}{4}$ ó $\frac{5}{4}$, lo que se consigue multiplicando por 4 y dividiendo por 5, resulta que se necesitará una superficie de terreno equivalente á 164104 pies cuadrados que hacen (§ 5 L. 1.°) unas *dos* fanegas del marco real.

446 Ahora bien, el territorio español presenta por todas partes, arroyos ó barrancos, que atajados por los medios espuestos en el lib. 4.°, y por los que dirémos en el 9.°, podrémos hacer que se rebalsen las aguas. Convendrá separar el agua que se destine para las personas de la que haya de servir para los animales. Y con el fin de dar un ejemplo práctico de todo, veamos la capacidad que ha de tener el pozo ó cisterna que ha de contener los 730 pies cúbicos que se necesitan para las personas. Si suponemos circular la base de la cisterna, la fórmula (§ 602 cor. I T. E.) nos dará $730=3{,}14159.\ R^2.\ A$; que dividiendo el primer miembro por 3,14159, se nos convierte en $232=R^2.\ A$. Ahora, no hay mas que elegir arbitrariamente la altura A, ó el radio R, segun las circunstancias favorezcan; esto es, que si tenemos superficie horizontal en abundancia, se podrá tomar un radio grande, y por la ecuacion anterior se determinará la altura. Si no tuviésemos superficie horizontal bastante, y nos conviniese mejor una gran profundidad, tomaríamos pequeño el radio, y la misma ecuacion nos daría la altura. Supongamos en el 1.^er caso, que el radio sea de 10 pies, su cuadrado será 100; y dividiendo 232 pies por 100, se obtiene para la altura ó profundidad que se ha de dar á la cisterna 2 pies y cerca de 4 pulgadas. En el 2.° caso, suponiendo que el radio sea 4 pies, su cuadrado será 16; y dividiendo 232 por 16, nos resultan $14\frac{1}{2}$ pies para la profundidad ó altura de dicha cisterna. Y como en asuntos de tan importante utilidad, ninguna advertencia está de mas, juzgamos oportuno indicar, que los pozos y cisternas deben co-

locarse léjos de los establos, estercoleros, y de todo lo que pueda comunicar al agua olor desagradable ó perjudicial; y que deben estar siempre descubiertos ó tener ventilacion por los costados del brocal.

447 Las semillas que yo tengo, y que distribuiré á las personas que gusten hacer ensayos, son el *vallico*; la *coronilla glauca* ó *colitui*; *la alfalfa árbol* ó *citiso de los antiguos*; la *urtica cannabina* ó como *cáñamo*; el *hedysarum coronarium* ó *sulla*; la de *la raiz de la abundancia*; la de *paspalum stoloniferum*; *elimo arenario*; *elimo de Virginia*; *elimo racemoso*; y la *esparceta* ó *pipirigallo*, que es el *hedysarum onobrichis de Linéo*, ó *sainfoin* de los Franceses. Y como algunas de estas hace algun tiempo que las tengo en mi poder, será muy conducente el que al sembrarlas, se tengan en consideracion los medios que espresa el *Señor Arias* en la pág. 24 de la segunda edicion de su *Cartilla de Agricultura*. Mucho desearé que, ya con estas semillas, ya con otras que puedan proporcionarse los Agricultores, se generalice el cultivo de estas plantas. Para lo cual, convendrá que los 1.os ensayos se hagan con el mayor esmero, no omitiendo ninguna circunstancia esencial; único modo de hacer progresos en todos los ramos esperimentales.

448 Teniendo ya establecidos los prados y los pastos, y el depósito de agua para personas y ganados, entónces se procede á la formacion de la casa ó habitacion, que podrá comenzar por una simple choza en los 1.os años; luego será ya un cortijo, caserío, casa de campo, alquería &c.; y á medida que esto se vaya estendiendo, se podrá establecer y generalizar el cultivo en los términos que se espresa en las Lecciones del *Señor Arias* y en la citada obra del Herrera; y la España no podrá ménos de ser feliz y venturosa, que es el objeto á que se dirigen mis investigaciones.

LIBRO NOVENO.

Plan general de navegacion interior de España, ayudado en algunos puntos, para mayor utilidad y conveniencia pública, de mi nueva construccion de caminos de fierro, que publicaré separadamente.

1 El presente libro es otro de los que, al principiar esta obra, creí fuese de los mas estensos; y sin embargo, será uno de los mas cortos, por estas razones. A 3 puntos principales debe reducirse su contenido: 1.° á manifestar la necesidad, utilidad é importancia de las comunicaciones interiores, y mas principalmente de las acuáticas; 2.° á recopilar documentos históricos sobre tan importante materia, para la debida ilustracion, recordando lo que se ha pensado y hecho en otros tiempos, é inferir de este conocimiento lo que conviene hacer al presente; y 3.° á discutir y espresar, con arreglo á todos los principios del dia, cual es el medio que mas concilia todas las ventajas de utilidad, economía, prontitud en la ejecucion, y de seguridad y permanencia en las obras, respecto del territorio de nuestra Península.

2 Acerca del 1.er punto, se reducen á 2 clases todas las razones, conocimientos é idéas que pueden contribuir al objeto. La 1.a es la consideracion en grande de la importante cuestion de las comunicaciones mas generales de todas las partes del Globo; y la discusion para dar á conocer cuando se deben emplear los canales, cuando los caminos de fierro, cuando las carreteras públicas, y cuando las de travesía. Esta parte requiere tratarse con arreglo á los datos positivos, que hasta el presente ofrecen las Ciencias, la observacion y la esperiencia; y aunque en un principio creí podría tener lugar en este libro, sin embargo, como el resultado de mis investigaciones en esta parte, es *el haber inventado una nueva construccion de caminos de fierro, adaptables particularmonte á nuestra Península, mas ventajosos y económicos que todos los conocidos*, he juzgado mas oportuno reservar toda esta materia, para obra separada, que publicaré en seguida de esta.

3 La 2.a parte de conocimientos, que correspondían á dicho 1.er punto, era el recolectar aquellas razones mas obvias, ó que presentándose á los alcances de todo el mundo, convenzan de la necesidad é importancia de las comunicaciones interiores, á fin de que, ilustrada la cues-

tion del modo conveniente, cada uno coopere por su parte, ya directa, ya indirectamente, á facilitar su ejecucion; pero esta materia se halla en el dia tan trillada, que no hay página de ningun periódico, reunion de cualquier clase de personas, ni aun sociedad alguna del *Bello Sexo*, en que no se halle todo esto reconocido como un axioma. Por consiguiente, es inútil detenerse en ello: pues sería, como suele decirse, *predicar á convertidos*. Por lo que, en este punto no debo gastar el tiempo; aunque no puedo, ni debo renunciar á la gloria y satisfaccion, que me resulta, en haber contribuido de muchos modos, ya en los establecimientos de instruccion, ya en las concurrencias particulares, ya en todas cuantas obras tengo publicadas, á que se hayan divulgado tan útiles idéas y ventajosos conocimientos; por todo lo cual, nada diré en este libro acerca del 1.^er punto; y á lo mas indicaré algunos parages de las obras españolas en que se ha tratado por 1.^a vez esta importante materia, ó en que haya datos, hechos, noticias ó circunstancias que conduzcan al objeto.

4 En cuanto al 2.° punto, la publicacion de la *Memoria sobre la Navegacion del Tajo* por el *Brigadier Don Francisco Javier Cabanes*, impresa en 1829, y la *Guia de corréos y caminos del* mismo Autor, publicada en 1830, contienen un conjunto de noticias tan apreciables é interesantes, que nos evitará el detenernos mucho sobre tan importante asunto. Sin embargo, aunque nos referirémos á cuanto se dice en tan apreciabilísimas obras, llamarémos la atencion de nuestros lectores acerca de algunas verdades contenidas en la 1.^a, que son las mas interesantes para saber discernir, en la práctica, cuando se encubren, bajo el aspecto de celo, miras perniciosas y opuestas al bien general; y ademas, añadirémos todo lo necesario para resolver en grande la importante cuestion de la navegacion interior de España, de que la del Tajo es una cuestion parcial.

5 En cuanto al 3.^er punto, como la principal parte de la construccion de obras hidráulicas, la tenemos espuesta (L. 4), solo resta el completar aquí los conocimientos necesarios para aprovechar las fuerzas y recursos de la naturaleza, en facilitar la ejecucion; y señalar los parages de España por donde se debe establecer la navegacion interior general de la Península. Para proceder con claridad y exactitud, se dividirá este libro en 5 capítulos. En el 1.° llamaré la atencion del lector acerca de algunas propiedades del agua, para desvanecer los errores que se cometen frecuentemente aun por personas de muchos conocimientos, sobre el modo con que se efectúa la navegacion; en el 2.° daré un brevísimo resúmen histórico de cuanto consta haberse tratado acerca de la utilidad, necesidad é importancia de promover las comunicacio-

nes interiores, principalmente las acuáticas, estractando aquello de que necesitemos hacer uso inmediato, ó que contenga datos útiles en la práctica; en el 3.º discutiré, con presencia de las noticias que existen acerca de la navegacion de nuestros rios y de algunos otros de Europa, la cuestion de *si es posible ó no, en el dia, establecer la navegacion fluvial por los mismos procedimientos que consta se hizo en lo antiguo*; en el 4.º esplicaré lo que se entiende por *canalizar un rio*; daré á conocer los medios para canalizar los de España; y completaré la construccion de obras hidráulicas, insertando el procedimiento para ejecutar las que se pueden hacer, principalmente valiéndose de los recursos que ofrece la naturaleza; y en el 5.º por el exámen atento de la posicion física, geológica y topográfica de nuestra Península, deduciré cuales son las líneas principales de comunicacion interior que, con arreglo á todas las circunstancias, conviene mejor establecer bajo el aspecto de economía de tiempo y dinero; facilidad y prontitud en la ejecucion, y de la permanencia y duracion de las obras.

CAPÍTULO PRIMERO.

Reflexiones acerca de algunas propiedades del agua, y en general de los fluidos, para desvanecer varios errores, que se cometen aun por personas de muchos conocimientos, sobre el modo con que se efectúa la navegacion en los canales y en los rios.

6 En el libro 2.º de esta obra hemos dado á conocer los esfuerzos del entendimiento humano para vencer las dificultades, que se presentan al establecer convenientemente la doctrina de los *fluidos*, sean aeriformes, ó los que propiamente se deben caracterizar con el nombre de *líquidos*, como el agua; y hemos indicado (§ 2 del mismo L.) las circunstancias por las cuales no se pueden aplicar las condiciones del equilibrio y movimiento de los cuerpos sólidos á los fluidos ó líquidos.

7 Entre las propiedades, que tienen los líquidos y fluidos, que los diferencian esencialmente de las que poséen los cuerpos sólidos, la mas fundamental, y que sirve para distinguir la teoría de los unos respecto de la de los otros, es tal, que no basta la razon natural para conocerla; y es preciso el concurso de todos los principios teóricos, y de los procedimientos esperimentales mas sublimes y exactos, para convencerse de ella; pues, á 1.ª vista, mas bien aparece como repugnante á la razon, en virtud de lo que presenciamos continuamente en los cuerpos sólidos.

8 Dicha propiedad es el *principio de igualdad de presion en todos*

sentidos, *de* que hablamos desde el (§ 486 al 495 Mec.); del cual resulta (§ 509 Mec. y § 367 cor. IIC) que *un fluido ó un líquido puede ejercer una presion mayor que la que resulta de su propio peso.* Esta verdad, que se halla perfectísimamente conforme con la esperiencia, y con los principios teóricos mas exactos, parece oponerse á la razon natural; pues hasta se presenta, como evidente á 1.ª vista, el que *un cuerpo, que pese por ejemplo una libra, no puede causar mas presion que la que resulte del espresado peso de una libra.* Mas esta proposicion, verdadera respecto de los cuerpos sólidos, no lo es respecto de los líquidos ó fluidos; y puede verse en los parages acabados de citar, que *la presion, que un fluido ó un líquido ejerce, puede ser igual, menor ó mayor que el peso del mismo fluido ó liquido segun la forma del vaso en que se contiene*: siendo así, que un cuerpo sólido jamás podrá causar una presion diferente de la que resulta de su peso, cualquiera que sea la forma de la vasija en que se coloque.

9 Esta propiedad singular de los fluidos y líquidos puede causar efectos maravillosos, de los que se indican algunos (§ 534 Mec.); y refiere *Musckembroeck*, que una simple gotera produjo el efecto de elevar los pisos de una casa. Mas, el llegar á convencerse de que, por precision han de verificarse estos efectos, no se puede alcanzar solo por la razon natural; es indispensable valerse de los principios teóricos, ó recurrir á la via esperimental; y si he de manifestar mi sentir, á pesar de todo lo que diga la teoría, y que, repetimos, puede verse (§ 486 al 495 Mec.), si no lo palpa uno materialmente, por esperimentos adecuados, no queda enteramente satisfecho el entendimiento humano, á causa de lo estraña que parece dicha propiedad, comparada con el efecto que se observa en los casos ordinarios. Por ejemplo, todos los dias vemos en las casas, que un niño traslada de un parage á otro un jarro, puchero ú cualquiera otra vasija con agua; y sin gran violencia de nuestro entendimiento, solo por la razon natural, juzgamos que el niño pesa mas que la vasija juntamente con el agua que en ella trasporta, y sin tener que recurrir materialmente á colocar el niño en un platillo de una balanza, y la vasija con el agua en el otro, casi no habrá persona que no esté convencida de que el peso del niño es mayor que el peso de la vasija reunido al del agua que hay en ella. Pero no será fácil concebir, si materialmente no se vé, que aquella misma cantidad de agua, que trasporta el niño, echada en un aparato conveniente, es capaz de levantar en peso, no solo al niño, sinó ademas á su Madre, á su Padre y aun á mayor número de personas. Esto, repito, que por la razon natural no se concibe; que mientras de mas talento se hallen dotados los sugetos, mas repugnancia encontrarán; y hasta que

materialmente no se coloque al niño y ademas á su Madre, Padre, &c. sobre un aparato como el representado (fig. 180 Mec.), y vean que son levantados por una corta cantidad de líquido, como por ejemplo por una ó dos libras de agua, no quedarán plenamente convencidos.

10 Una cosa parecida, semejante ó análoga se verifica acerca del modo con que el agua se halla contenida en un canal, ó corre por un rio &c. Sin haber estudiado y meditado á fondo acerca de las propiedades generales de los fluidos y líquidos, se llegan á formar idéas equivocadas, y se deducen consecuencias erróneas, aun por las personas de mayor talento; pues cuando se parte de un principio falso, mientras mas hábiles sean los sugetos, serán mas trascendentales los errores á que sean conducidos. Por esta causa, hemos juzgado conveniente, oportuno y necesario enumerar y espresar aquí ciertas equivocaciones ó errores, que se cometen sobre tan importante materia, de suyo tan difícil y espinosa, para evitar el que nuestros lectores incurran en las inexactitudes, en que han caido personas de muchísimo mérito aun en los puntos mas sublimes de la Hidráulica.

11 Esto no se debe estrañar; ya por la razon indicada (8), ya porque no hallándose la Ciencia todavía tan adelantada como es de desear, faltan en los libros ciertos detalles, de donde se originan idéas equivocadas. Cuanto voy á espresar sobre este punto es obra mia; pues no he tenido nadie que me guie; ántes por el contrario, me he visto muy perplejo al considerar las proposiciones equivocadas que sientan algunos Autores de mucha nota; y aun he llegado á vacilar entre lo que dicen, y lo que yo mismo deduzco de los principios científicos demostrados en mis obras.

12 Ante todas cosas, debo llamar la atencion acerca de la ignorancia en que se está, *sobre el modo con que se halla el agua en un canal*; pues que en este género de asuntos no basta, como ya hemos dicho, la razon natural, ni el buen sentido comun, por bien organizado que se le quiera suponer. En efecto, representemos por *MNPQ* (fig. 125 lámina 11) la pared lateral de un canal; y supongamos que la solera sea un plano horizontal, cuyo corte indica la *NP*. Se cree comunmente, que si *echamos* una cierta *cantidad de agua en dicho canal*, *permanecerá cada punto de la superficie del agua á una distancia constante de la solera en toda la estension del espresado canal*; *esto es, que habrá sobre la solera del canal en toda su estension una masa de agua igual en grueso*; y esto de ningun modo se verifica; porque la superficie del agua, en virtud de lo demostrado (§ 504 Mec. § 365 II C y § 165 Mec. pr.) no forma una superficie plana, sinó una *superficie horizontal*, esto es, una superficie, de tal naturaleza, que

la direccion de la gravedad, en cada uno de sus puntos, sea perpendicular á dicha superficie; y por consiguiente, en virtud de lo espuesto (§§ 35,36,37 y 38 Mec. pr.), la superficie del agua es una *superficie convexa*, que, en los casos ordinarios, la podrémos considerar como *esférica*. Por consiguiente, el perfil de la superficie de dicha masa de agua es parte de una circunferencia de círculo, cuyo radio sea la distancia del punto medio A al centro O de la tierra, y que podrémos representar por el arco de círculo BAC, cuya sagita Af será la mayor altura del agua, disminuyendo á derecha é izquierda del punto A; y pudiendo suceder que el agua no llegue á los estremos N,P del canal, como indica la figura; pues la parte CP no contiene agua ninguna, ni tampoco la parte NB.

Para dar un ejemplo, de que este es un efecto que se puede muy bien hacer sensible, supongamos que la altura Af del agua en el medio del suelo del canal sea de 3 pies; y veamos cual será el límite de la distancia fB ó fC á que podrá llegar el agua por ambos lados, y que despues no existirá ninguna gota ni mas á la izquierda de B, ni mas á la derecha de C. Con este objeto, observarémos que la altura Af de 3 pies, que suponemos al agua en el medio, es lo que en Geometría (§ 344 IT.E) se llama *flecha ó sagita* del arco BAC; lo que en Trigonometría se llama (§ 630 I.T.E.) *seno verso* del arco BA ó del AC; y el límite fB ó fC de la distancia á que podrá llegar el agua por ambos lados, es lo que se llama el *seno recto* ó simplemente *seno* del arco BA ó del AC; luego, la cuestion se reduce á esta, que es del resorte de la Trigonometría. *Siendo 3 pies ó 1 vara el seno verso de un arco* AB *de círculo, cuyo radio* AO *es el de la tierra* (§ 657 ITE), *á saber* 8431974,625 *varas, determinar cual es el valor de* fB *ó* fC, *que es el seno recto* ó simplemente *el seno del arco* AB *ó* AC. Para esto basta observar, que siendo el *seno verso de un arco igual con el radio ménos el coseno* (§ 633 I.T.E.), resulta que *el coseno será igual con el radio del círculo ménos el seno verso del mismo arco*. Luego, si quitamos 1 vara, que es el valor de Af, del valor del radio AO, tendrémos que el coseno fO del arco AB ó AC será igual con 8431973,625 varas. Ahora solo nos falta encontrar el valor de fB ó fC, que es el del seno, dado que sea el del coseno fO; pero la fórmula ((g) § 633 I.T.E.), nos dice que, *para encontrar el seno, dado el coseno, hay que restar del cuadrado del radio, el cuadrado del coseno, y de la diferencia estraer la raiz cuadrada*; y practicando esta operacion, resulta 4106,5 varas para fB ó fC: distancia que no pasa de los límites que se suelen dar á los trámites ó trozos de los canales.

13 El 2.º error, que enumerarémos entre los que se cometen vulgarmente, es el suponer que la *superficie superior de una corriente, que pasa por un lecho inclinado, es paralela á este lecho.* Lo cual lo desmienten todos los dias los rios, arroyos y acequias: y mas principalmente los canalizos que dirigen el agua á los rodeznos de los molinos; pues se advierte á la simple vista, que el grueso de la masa de agua, que desciende, va disminuyendo de arriba abajo en la forma que representa la (fig. 126 lámina 11); en la cual suponemos que AB representa la solera horizontal de una acequia, caz ó cacera, que dirija el agua para un molino, por ejemplo, y que en B se halle la solera ó fondo de la canal ó canalizo que dirige el agua al rodezno que suponemos en R. El agua, en el principio de la canal B, llegará por ejemplo hasta D; pero, al pasar de B á R, la inclinacion de este plano hace que el movimiento del agua, por él, se acelere; de modo que la velocidad en E será mayor que en B; la en F será mayor que la en E; la en G mayor que la en F, y en R tendrá el agua la mayor velocidad; y como las superficies de las secciones guardan la razon inversa de las velocidades (§ 568 Mec. y § 11 L. 2), resulta que la seccion perpendicular al fondo de la canal, que ocupe el agua en E será menor que la superficie de la seccion que ocupa en B; la superficie de dicha seccion en F será menor que en E; la en G menor que la en F: y por último la en R menor que todas. Ahora bien, estas secciones, que son rectangulares, tienen todas una misma base, pues suponemos que el ancho de la canal ó canalizo sea igual por todas partes; luego en virtud de lo demostrado (§ 512 cor. IT.E.), la altura Em será menor que la BD; la Fm' menor que la Em; la Gm'' menor que la Fm', y la Rm''' la menor de todas. Luego queda demostrado, que *toda corriente de agua, que pase por una madre, caja, canal* &c. *cualquiera, con tal que sea uniforme, y que tenga alguna pendiente, la superficie superior del agua va distando ménos del fondo de dicha madre, álveo* &c. *á proporcion que se separa del punto de donde parte.* Esto, que acabamos de hacer ver por teoría, se presenta á los sentidos en cualquier corriente de agua.

14 Pero, no solo se comete este error, sinó que se supone otro 3.º aun de mayor cuantía; y es que en *un canal, caz, acequia ó corriente de agua, en que hay en el fondo cierta inclinacion, la superficie superior del agua es una linea recta horizontal, que pasa por el punto mas alto de la superficie del agua en el parage de partida; es decir, contrayéndonos á la misma* (fig. 126), *suponen que si el punto* R *se halla mas bajo que la línea recta horizontal* ABH. *la cantidad* RH, *se verificará que la profundidad del agua en* R,

será no Rm''', *menor que la* BD, *sinó la cantidad* RL, *compuesta de la* RH *que espresa la diferencia de nivel entre el punto inferior* R *y el punto superior* B, *y de* HL *igual con la profundidad del agua en el punto* B *de partida.* Y si añadimos, que en esta inexactitud ó error han caido los hombres mas eminentes en materias de Hidráulica, se notará el sólido fundamento con que me he decidido á especificar todas estas circunstancias.

15 De estos errores, nace otro; y es el suponer que *si en una corriente de agua se opone un obstáculo, que la eleve un pie por ejemplo en la parte mas baja, quedará elevada este mismo pie en toda la estension de la corriente.* Para desvanecer este error, sea *AB* (fig. 127 lám. 11.) una corriente de agua; se supone que si *en* B *se pone un obstáculo* mn, por ejemplo, *una pared*, *una compuerta etc.*, tal *que* mn *sea de un pie*, *se elevará el agua* un pie en toda la estension de la corriente; y que la superficie del agua será *nn'* paralela á la *mm'*. Esto de ningun modo se verificará; pues el espresado obstáculo rebalsará efectivamente las aguas en *Bmn* hasta el punto *n*; pero tirando la horizontal *nr*, la superficie de las aguas se rebalsará solo hasta *r*; de modo que la superficie de las espresadas aguas será *m'rn*, y por ningun título podrá serlo la *n'n* como suelen suponer.

16 De toda esta mezcolanza de errores, ha nacido otro mas general; y es el suponer que, *para hacer navegables los rios*, *es necesario quitar todas las obras que remansan sus aguas*, *como las presas*, *azudes*, *etc.* Para desvanecer este error, que es el de la mayor trascendencia, ya por ser el mas generalmente divulgado, ya por ser la opinion comun aun entre personas de conocimientos en la materia, es necesario que fijemos algunas idéas acerca de lo que se llama *navegacion*; de su diferencia respecto de lo que se comprende por *flotacion ó flotamiento*; y de los diversos medios que deben emplearse con arreglo á las circunstancias.

17 La palabra *navegar* significa *viajar ó pasar de un parage á otro por el agua*, en un aparato adecuado, que recibe diferentes nombres, como *canóa*, *batel*, *bote*, *barca*, *gabarra*, *buque*, *barco*, *fragata*, *bergantin*, *goleta*, *navío etc.* Lo cual supone, que hay medios en él para fijar la direccion, que se debe seguir, á fin de llegar desde el punto de partida al parage deseado. La palabra *flotar* significa *sostenerse un cuerpo sobre el agua*; pero sin que haya disposicion en este cuerpo para tomar direccion diferente de la que le proporcione el líquido que le sostiene. Todo cuerpo, cuyo peso específico sea menor que el del agua, flota en este líquido (§ 525 Mec.). Si este se halla estancado, el cuerpo *fluctuará* en el agua, es decir, que no tendrá movimiento de tras-

lacion determinado, y solo participará de aquella oscilacion debida á la agitacion de la superficie de las aguas, por causa del viento ó de cualquiera otra de las circunstancias espresadas (§ 336 L. 3). Mas, si el agua se halla en movimiento, el cuerpo, que flota ó sobrenada en ella, tomará la direccion de la corriente, é irá al parage adonde esta vaya á terminar.

18 El navegar supone, como ya hemos indicado, que haya en el aparato, buque ó cuerpo, de que se hace uso para esto, una disposicion, por la cual, sea que el líquido esté en reposo ó estancado, sea que se halle en movimiento, el espresado aparato, buque ó cuerpo se puede dirigir al punto que cada uno apetezca, cualquiera que sea la direccion ó corriente del líquido. Los medios establecidos hasta el presente para conseguir esto, son los *remos*, *el tirar* de los barcos por medio de cuerdas, ó fijas en ellos y que tiran desde tierra ó desde otros barcos, en cuyo caso se dice que se navega á la *sirga* ó á *remolque*, ó fijando la cuerda fuera y tirando y encogiendo la cuerda dentro del mismo aparato, buque ó cuerpo; ó por el *viento*, haciendo uso de las velas; ó por medio del agua convertida en *vapor*. El navegarse á remo, á *remolque* y á la *sirga*, solo puede hacerse ventajosamente en la cercanía de tierra; mas, en alta mar, no hay otros medios que el hacer uso de las *velas* para utilizar la fuerza motriz del viento, que es el método mas generalmente establecido, ó servirse del *vapor*. El navegar con el auxilio de las velas, es lo mas admirable que hay en el universo. Jamas he concebido yo una idéa tan sublime de las ventajas que proporcionan las aplicaciones de las Matemáticas, sinó cuando he estado embarcado; pues, en un buque, no se hace la mas mínima operacion que no sea por alguna regla ó principio matemático. Y esto se ha llegado á simplificar de un modo tan admirable, que por reglas las mas sencillas, y que pueden aplicar sugetos que apenas saben leer, como son los marineros, se llegan á ejecutar las operaciones y movimientos necesarios para dirigir el buque donde conviene. Aun las personas, que no se hayan embarcado, ni hayan visto buques, ni el mar, no pueden ménos de concebir una respetuosa admiracion, al considerar la fecundidad de los recursos que ofrecen las aplicaciones de las Matemáticas, pues que en *un mismo parage del mar*, *y con un mismo viento*, *caminan los buques en todas direcciones.*

19 Ahora bien, para conseguir navegar en todas direcciones con cualquier viento, se necesita que la superficie de las aguas, donde se navega, tenga una gran estension; y por eso, el navegar á *la vela*, no se puede conseguir sinó en la mar ó en la desembocadura de los grandes rios, ó en los lagos, para poder hacer aquellos *tornos ó cambios de*

rumbo, que son indispensables, cuando se ha de caminar en direccion diferente de la que tiene el viento. Pero, cuando el ancho de los rios no es bastante, y cuando estos van encajonados entre montañas, se altera, intercepta, ó impide la accion libre del viento, y no es suficiente la vela en muchos casos para hacer caminar el buque en la direccion que se necesita; por lo que es preciso recurrir ó al *vapor*, esto es, á la construccion de los barcos que se mueven por efecto del *agua convertida en vapor*, ó á tirar de los buques por medio de cuerdas que están fijas en ellos, lo que se llama, como ya hemos indicado, *tirar á la sirga*. Para este último caso, es necesario hacer lateralmente á una orilla del canal ó rio, y algunas veces á las dos, un *camino*, que se llama *de sirga*, por el cual van las caballerías ó las personas que tiran de la cuerda. Para caminar por medio del *agua convertida en vapor*, no es necesario camino de sirga; pues las Matemáticas han proporcionado recursos nuevos para que el barco marche movido solo por el vapor.

20 La resistencia, que hay que vencer, para efectuarse la navegacion, es, como hemos demostrado (§ 182 L. 5), *proporcional al cuadrado de la velocidad*: pero, la estimacion de esta velocidad, para calcular la resistencia, debe hacerse no por la velocidad efectiva que lleve el barco, esto es, por lo que camina en un tiempo dado, sinó que cuando navega contra la corriente se debe estimar (§ 222 L. 5) por *la suma de la velocidad efectiva con la de la corriente*. Por lo cual, es necesario hacer que *la velocidad de la corriente sea la menor posible*; y así, es indispensable, en todos nuestros rios, reducir dicha velocidad cuanto se pueda; lo cual solo se consigue rebalsando las aguas con azudes ó presas; pues aunque, generalmente hablando, el vapor no tiene límites en su fuerza, sin embargo, como la fuerza del vapor es bastante costosa, ya por la primitiva adquisicion de los aparatos para obtenerle, ya por su conservacion y reparacion, y ya por el gasto de combustible para producirle, en pasando cierto límite, pueden importar mas los gastos que la utilidad que se saque del trasporte, en cuyo caso no conviene en manera alguna.

21 No existen datos suficientes para calcular este límite; pero como sabemos que las utilidades serán mayores á proporcion que la velocidad de la corriente sea menor, resulta que se debe estinguir casi absolutamente. Para conseguirlo, es preciso aumentar las presas ó azudes, en vez de quitarlas; por consiguiente, es errónea la proposicion que se establece generalmente.

22 *Mr. Fabre*, en su *Ensayo sobre la Teoría de los Torrentes y de los rios*, pág. 203, dice: "Resulta aun de aquí, que *si*, *en el pa-*

rage en que un rio cesa de poderse subir á la vela, se disminuyese su inclinacion hácia arriba, de modo que se haga menor que 3 pulgadas y 6 lineas sobre 100 *toesas, vendrá á ser navegable."* Esto quiere decir, que, segun la opinion de este Autor, para ser un rio navegable, ha de tener ménos de $\frac{1}{2057}$ de inclinacion, pendiente ó declive; y como, en general, nuestros rios tienen un declive mucho mayor, como se deduce de lo espuesto (§ 124 L. 6), resulta comprobado tambien con esto, el que *para establecer en ellos la navegacion, es preciso construir presas ó azudes que rebalsen las aguas.* Así es, que *en todos los rios de España en el dia, escepto en una corta estension de ellos al desembocar en el mar, sucede,* que en *vez de quitar los estorbos, que rebalsen el agua, es menester ponerlos.* Para hacer palpable todo esto, supongamos que *MN* (fig. 128 lám. 11) esprese la direccion de una corriente de agua, como un rio, canal, torrente &c. Supongamos que en *n* haya un estorbo, sea natural como un peñasco, banco de greda &c., sea artificial como una presa, azud, ataguía &c. Se está en el error de que *para establecer la navegacion en este rio, es indispensable quitar el estorbo* nm; y se verifica todo lo contrario, á saber, que *es necesario aumentar por lo regular los estorbos, y hacer que la espresada corriente se reduzca á trozos como el* mr, *que presenten una superficie de nivel,* ó *al ménos que se le aproxime todo lo posible.*

Para demostrar la 1.ª parte de esta proposicion, basta observar, que si quitamos el estorbo *mn*, la altura de las aguas *st* hacia *N*, ya no podrá ser la misma; porque la velocidad en *st* será ahora debida á todo el declive que media entre *M* y *t*, cuando con el estorbo solo era debida á la diferencia de nivel entre *o* y *t*. De este aumento de velocidad, ha de resultar una diminucion en la altura *st*; pues debiendo pasar una misma cantidad de agua por todas las secciones de la corriente en un mismo tiempo (§ 568 Mec.), siendo la velocidad *st* mayor que en todos los puntos de dicha corriente, la altura en en *st* será la menor; y podrá no tener ya la profundidad necesaria para lo que calen los barcos. Ademas, la velocidad en *st* podrá entónces ser tal, que esceda á lo que las velas, el remo y las caballerías puedan vencer al subir: en términos, que no se pueda hacer que el barco ó batel camine contra la corriente. Por manera, que en la disposicion que presenta la espresada (fig. 128), podrá verificarse, que el rio sea navegable en toda la estension *Mrm* y tambien en la *nsN*; y si se quita el estorbo *nm*, podrá suceder que ya no sea navegable en toda la estension *MN*, porque, quitado el estorbo, aumenta la velocidad y disminuye la altura de las aguas; pudiendo ser tal esta diminucion, que no haya el agua sufi-

ciente para sostener el barco sin que tropiece en el suelo; y el aumento de velocidad puede ser tal que se necesite emplear, para hacer caminar el barco contra la corriente, ó una fuerza mayor de la que se puede disponer; ó que cueste mas de lo que rinda el precio de los géneros que se trasporten.

23 Para demostrar la 2.ª parte de lo espresado (22), esto es, que *en general, para hacer navegables los rios, particularmente los nuestros, es necesario aumentar el número de los estorbos, como presas, azudes*, &c., basta observar que en la disposicion de la misma (fig. 128), podrá suceder que la corriente *MN* sea navegable solo en el espacio *rm*, á causa del rebalsamiento que origina el obstáculo *nm*, y que no lo sea ni en el espacio *Mr*, ni en el *nN*; pero si en *r*, por ejemplo, ponemos un obstáculo tal como una presa, que haga se remansen las aguas hasta una altura conveniente, y en *N* hacemos lo mismo para que las aguas se rebalsen hasta que en *n* tengan la suficiente altura, entónces será navegable toda la corriente *MN*. Luego queda plenamente demostrado, que *para efectuar la navegaciom en los rios, por lo general, en vez de quitar las presas ó azudes existentes es necesario mas bien aumentarlas.*

24 Lo único, que hay que hacer, es practicar, en las presas existentes, un *portillo, boquete ó esclusa* para que puedan pasar los barcos, ya cuando suban, ya cuando bajen; y al hacer las presas ó azudes, que se construyan de nuevo, ejecutarlas de modo que tengan su correspondiente *esclusa*, que en todos los casos es preferente á los boquetes ó portillos que se suelen hacer.

25 Quitados los obstáculos de un rio, como por ejemplo las presas, azudes &c., lo mas que se conseguirá será hacer los rios *flotables*, es decir, que podrán servir para trasportar, corriente abajo, leña, madera y otros efectos en la forma espresada (§§ 164 y 165 L. 4); pero no el hacerlos *navegables*. El motivo que en mi concepto ha inducido al error, de que *quitando las presas, se hacen los rios navegables*, esto es, que *puede verificarse por ellos el trasporte de los géneros y de las personas tanto rio arriba como rio abajo*, es análogo á lo que hemos impugnado (nota del § 148 L. 5) en los que créen que las máquinas, por sí mismas, producen fuerza; y esto es un error que conviene desvanecer por cuantos medios sean imaginables; pues una máquina, como hemos demostrado (§ 129 L. 5 y en los parages que espresa la nota del § 148 id.) no solo no producirá mas fuerza que la que le comunique el motor, sinó que jamas puede producir tanta como le comunique dicho motor. Del mismo modo, creo yo que se figuran el que la navegacion se efectúa por sí misma sin necesidad de ninguna fuer-

za; lo que no es así. En los buques, que navegan á la vela, el motor es el viento; y si la fuerza, que el choque de este produce en las velas, no es superior á la resistencia que ofrece el agua, y que espresa la fórmula ((I) § 198 L. 5), no puede efectuarse la navegacion.

26 El hacer que los rios sean flotables trae siempre ventaja; pues sirve para conducir maderas, ya formando armadías, ya en piezas sueltas, y algunos otros objetos, que se echasen para dirigirlos rio abajo, como se verifica hoy en el Tajo hasta Aranjuez, y en el Guadalquivir hasta Sevilla; pero aun en este caso, dicha especie de flotamiento podría causar mas perjuicio que provecho; por cuanto, en virtud de lo que hemos espuesto (§ 138 L. 4) podría suceder que chocasen al menor descuido contra las orillas, puentes ú otros objetos, con tal ímpetu, que causasen destrozos considerables.

27 No existen como ya hemos indicado (21), bastantes datos para calcular exactamente el límite de la mayor velocidad á que se puede estender la navegacion á la sirga; pero, en virtud de lo demostrado y comprobado con ejemplos prácticos (§§ 222 y 223 L. 5), lo que conviene es (20) disminuir todo lo posible la velocidad de las aguas corrientes; y para que en materia, tan espinosa como la presente, nada falte al convencimiento, vamos á resolver un ejemplo. Supongamos que *en el parage* citado (§ 64 L. 2.), en que *conocemos la velocidad de la corriente*, *se quiera determinar el valor del jornal de una caballería tirando á la sirga de un barco en direccion opuesta á la corriente*, *arreglándonos al caso resuelto* (ej. 1.° § 223 L. 5.). En virtud de lo espuesto (§ 222 L. 5), deberémos sumar la velocidad de la corriente, que en dicho paraje es de 4,32692 pies, con 3,5 que es la velocidad con que camina la caballería: y obtenemos por suma 7,82692 pies; y teniendo presente que allí la fuerza de la gravedad viene á ser la misma que en Madrid, esto es de 35,1 pies, resulta que la altura debida á esta velocidad será (§§ 50 y 51 Mec. pr.) 0,873 de pie. Haciendo ahora las sustituciones convenientes en la espresion ((I) § 198 L. 5) análogamente á lo hecho (ej. 1.° § 223 L. 5), tendrémos $89,14 = 0,6.47.15.z.0,873 = 369,279z.$; que dividiendo el 89,14 por 369,279, resulta $z=0,241$. Esta cantidad 0,241, que es de pie, calará el barco; por lo que, en este caso la superficie estará espresada por $15.0,241=3,615$. Y el peso, que podrá trasportar, es el de un volúmen de agua representado por el producto de esta superficie por 60 pies, que tiene de largo el barco; lo que da 216,9 pies cúbicos de agua, que á razon de 47 libras, que pesa el pie cúbico de agua, hacen 10194,3 libras, que equivalen á 407,8 arrobas. Y suponiendo que el barco pese 100 arrobas, como en el caso resuelto (ej. 1.° § 223

L. 5), quedará para el peso de los géneros que se podrán trasportar 307,8 arrobas; que á razon de 3 mrs. por arroba y legua, como en dicho ejemplo, resultará para el producto del trabajo diario de la caballería 307,8.3.5,04 mrs. que hacen 136 rs. y 30 mrs. Pero allí hemos obtenido 856 rs. y 7 mrs.; luego el resultado, que acabamos de obtener, es mas de *seis* veces menor que aquel; y este producto no es bastante para compensar los gastos de construccion, conservacion y reparacion de las obras, los que origina el barco, la caballería y los hombres que la dirigen. Igual consecuencia se sacaría empleando el vapor; pues para ejercer el esfuerzo correspondiente sería necesario disponer los aparatos de un modo mas sólido para que produzcan mas esfuerzo sin romperse, como desgraciadamente sucede con frecuencia segun los ejemplos citados (nota del prólogo de la 2.ª edicion del tomo de cálculo diferencial, é integral) y gastar mas combustible. Y siempre que la ganancia ó producto, que se obtenga, no indemnice de todos los gastos, y deje algun provecho, no conviene en manera alguna emplear dicho procedimiento.

CAPÍTULO II.

Resúmen histórico acerca de los Autores, que han tratado de la utilidad, necesidad é importancia de promover las comunicaciones interiores, principalmente las acuáticas; y reunion de los datos, noticias, hechos y reflexiones que me han conducido al descubrimiento de mi sistema de navegacion general interior de España.

28 Como la navegacion interior se halla íntimamente enlazada con la facilidad del trasporte de los géneros, y aun con el riego de las tierras, para que produzcan mas, resulta que cuantos Autores se han ocupado en todos los paises, tiempos y circunstancias de asuntos económicos, ó relativos á fomento de Industria, Comercio, Agricultura &c. &c., todos, cual mas, cual ménos, han tratado esta importante materia, dando cada uno su pincelada segun el aspecto que mas conexion tenía con su objeto: citándose varios en el erudito y sabio discurso del *Sr. Arias*, ya insertado (§ 49 Introd.).

29 En cuanto á los proyectos *de navegacion ó regadío*, por medio de canales, rios &c., las dos obras citadas (4), nos escusan de tratar ciertos puntos; pues que en ellas están en mi concepto desenvueltos del modo mas exacto, claro y preciso que se puede apetecer. El cap. 6.º pág. 107 de la 2.ª de estas obras, *trata de la Navegacion general interior de la Peninsula española*: poniendo 1.º la de los rios; des-

pues la de los canales; luego la de las *acequias canales*, denominacion aplicada á las acequias de grande estension, ya que por canales se entienden únicamente los de navegacion; y la de las demas acequias, que tienen solo por objeto el regadío de un cierto territorio; y se trata esta materia con mucha claridad y exactitud, y á los alcances de toda clase de personas.

30 La *Memoria sobre la Navegacion del Tajo*, no solo se debe considerar como un proyecto completo de navegacion de este rio, sinó como un conjunto de noticias relativas al proyecto de navegacion general de España, y como el modelo que debe servir de norma, tipo y ejemplo en toda clase de empresas industriales, para que no fallen. Contiene, ademas, como ya hemos indicado (4), un cúmulo de verdades importantes para conocer los *fines torcidos con que algunos, aparentando celo, cooperan á trastornar las* idéas del bien público, *desfigurando los hechos é intenciones.* Tal es por ejemplo lo que se dice pág. 4 de dicha Memoria, y que insertarémos (§ 91) de este mismo libro, acerca de que el repartimiento de *cien mil ducados* entre todas las provincias de España, para establecer la navegacion del Tajo, solo encontró opositores en los Diputados de Toledo, que era la ciudad que mas ventajas debía reportar de un proyecto, por el cual venía á hacerse puerto de mar. Esto aparecerá increible; pero es un hecho que de tal modo se patentiza, en el parage citado, y en el documento 131 que acompaña á dicha Memoría, y que nosotros estractarémos (§ 106), que no se puede poner en duda. Pero bien pronto se encuentra el orígen de esta oposicion; pues por las páginas 17 y 19, de que hablarémos (§ 93), aparece que esta contrariedad nacía de los que disfrutaban agua sin la competente autorizacion. *Don Antonio Sandalio de Arias* en el § 11 de su discurso pág. 23 del 1.er tomo de nuestra obra, usa de una reticencia, que viene á equivaler á lo mismo. Y en virtud de estos hechos, que son notorios, y de otros que yo he reunido, se puede establecer como una verdad, que ha dado á conocer la experiencia de todos los siglos, que *los que se oponen con tenacidad á proyectos de utilidad general, proceden mas bien por intereses mezquinos, individuales y parciales; ó porque, viviendo de abusos, temen el que se descubran al establecerse dichos proyectos.* Por esta causa, se debe reconocer, como una providencia muy acertada, la determinacion de nuestro Augusto Soberano de que se impriman estos proyectos y las objeciones que se les pongan; pues de ese modo se disminuye considerablemente el riesgo de que se promuevan cuestiones, impertinentes y fuera de razon, al discutirse y examinarse los proyectos de utilidad general,

31 Previas estas indicaciones, y á fin de que todo resulte con mayor

claridad, y exactitud, juzgo que el método mas sencillo es seguir el mismo órden con que las idéas se han ido presentando á mi espíritu; por lo que, daré á conocer en este capítulo la ilacion de mis conceptos hasta llegar á convencerme y establecer el sistema de navegacion que propongo,

32 En el (§ 2 L. 4) aparece el hecho, que me hizo fijar mas la atencion, desde mi niñez en la necesidad de la composicion de esta obra. Despues, yo principié á estudiar las Matemáticas en la Universidad de Granada, en la cátedra que regentaba entónces el *Excmo. Sr. Don Narciso de Heredia, Conde de Ofalia y Heredia*, que tan dignamente desempeña en la actualidad el Ministerio del Fomento General del Reino, siendo los elementos de *Wolfio* la obra que allí se daba por texto. En Madrid, me dediqué despues, con mas empeño y asiduidad, en la Real Academia de S. Fernando bajo la direccion de *Don Antonio Varas y Portilla*, á quien tengo repetidas veces citado: agradeciéndole mucho las indicaciones que me ha hecho acerca del rumbo que yo debía seguir para profundizar en mi carrera. En el citado Establecimiento servían de texto las obras de *Don Benito Bails*; por consiguiente, los 1.os libros, en que se cebó mi espíritu, fueron los de este Autor; y por tanto principiaré por ellos, indicando el órden sucesivo y gradual de mis idéas.

33 *Don Benito Bails*, en el tomo 9 parte 2.a de sus Elementos de Matemáticas, trata de la *Arquitectura Hidráulica*; y el penúltimo cap. pág. 401 es relativo á la *Navegacion interior de España en general*, y principia de este modo. "Las consideraciones preliminares al tratado, que publico, de los canales navegables, manifiestan no solo la utilidad de estas obras, sinó tambien los inmensos beneficios que forzosamente se han de seguir á un gran Reino de multiplicarlas, hacer navegables los mas de sus rios, ó lo que es lo mismo, promover por todos medios su navegacion interior......."

34 Pág. 402 inserta las quejas de *Mr. Allemand* respecto de que la Francia no tuviese espedita su comunicacion por agua; y dice: "Está generalmente reconocido (habla *Mr. Allemand*) que nuestra navegacion interior ha padecido notable decadencia, y que la que nos queda tiene pigüelas que importa quitarle. Muchos de nuestros rios, que cincuenta, ochenta, cien años atras eran navegables, no nos dan hoy ningun ausilio."

35 Pág. 403 "Así reconvenía á su Nacion *Mr. Allemand* por los años de 1779 y 1785....... Pero, por lo que toca á las inmensas utilidades que la navegacion interior proporcionaría á España, están conocidas y manifestadas siglos ha; habiendo propuesto la navegacion in-

terior de todo el reino en el siglo XVI, al Monarca que entónces la gobernaba, *Juan Bautista Antonelli*............"

36 *Don Benito Bails* inserta á continuacion íntegramente la propuesta de *Antonelli*; lo mismo se hace en el n.° 2.° del *Apéndice* de la *Memoria sobre la Navegacion del Tajo*; por lo que solo pondrémos aquí dos trozos, por ser de absoluta necesidad para nuestro objeto.

37 Dice pues *Antonelli* (pág. 406 de *Bails*, y pág. 5 del mencionado apéndice) lo siguiente: "Cuanto á la dificultad que ha puesto miedo acá de tantas azudes ó presas de molinos que hay en los rios, que se han de navegar, imaginando ser de impedimento haberse de quitar con daño de los dueños, estan engañados; porque no se han de quitar y han de recibir daño, antes provecho y seguridad con la navegacion, como he mostrado con las de Abrantes á Alcántara. Ni tampoco son de impedimento, antes de provecho, porque ninguna cosa hay mejor para templar la corriente y rapideza de estos rios, como son las azudes ó presa, con las cuales no solo se corta la furia del agua, pero con lo que ellas la regolfan hacen ser mas mansos, mas sondables y mejor para navegar; donde no las habrá, convendrá hacerse, y habrá mas moliendas y otros edificios." Esto que dice *Antonelli* es sumamente sabio, juicioso y acertado. Prueba, que en su tiempo estaban las gentes en el error de que *para conseguir la navegacion de los rios, es necesario quitar las presas ó azudes*; y *manifiesta lo contrario, asegurando que donde no las haya, será preciso hacerlas*. A pesar de esto, personas de muchos conocimientos han incurrido despues, y están incurriendo todavía, en el mismo error ó equivocacion. Por cuyo motivo, he juzgado indispensable ocuparme de ellos particularmente, como lo tengo ejecutado en el capítulo anterior, siendo este el error que nos hemos propuesto desvanecer (16).

38 El 2.° trozo, que nos conviene insertar, es el que pone *Bails* página 407, y que se halla en la misma página 5 del espresado Apéndice, y dice así: "Cuanto al gasto, el gastar diez por una vez por tener mas de ciento de provecho ordinario cada un año........" Esto, que lo firma *Antonelli* en 22 de mayo de 1581, quiere decir, que en su concepto, por el sistema de navegacion que él proponía, *cada ciento de capital, empleado por una vez, producía mas de mil de interes anual*. Vease pues, si hay especulacion en el mundo mas lucrativa que esta. Sin embargo, el hacer navegables nuestros rios en el dia, por las circunstancias que se espresarán (§ 115 de este mismo libro), costará mas que en tiempo de *Antonelli*. Yo gradúo las utilidades de mi sistema de navegacion solo en la décima parte de lo que supone *Antonelli*, para que no se consideren exagerados mis resultados, y aun con

esta reduccion, *las ventajas de mi sistema son*, *por la parte mas corta*, *las de convertir el capital en renta*; esto es, que *cada millon que se gaste como capital*, *producirá lo ménos un millon de renta anual en los años sucesivos*; y aunque este cómputo repetimos, es 10 veces menor que el de *Antonelli*; es sin embargo de bastante utilidad para sacar instantáneamente al Estado, y á todo el que emprenda estas obras, de la pobreza y abatimiento.

39 Despues dice Bails pág. 416. "Supongamos ahora que el pensamiento de *Antonelli* tenga aprobacion, y que los tiempos han traido todas las circunstancias que faciliten la ejecucion de cuanto propone en su escrito;.......¿por donde se habría de empezar? Esta es, segun se ve, obra vasta y grandiosísima; su plan debe abrazar juntas todas sus partes, generalizarlo todo; que el particularizar las cosas, considerarlas menudamente, se queda para la ejecucion. En el plan han de ir todas enlazadas segun su mutua dependencia; si se omitiese alguna, no podrán ménos de esperimentarse consecuencias contrarias unas á otras, y ocasionarse gastos inútiles. En el plan es indispensable especificar todos los ramos de la navegacion, los proyectos y las obras necesarias respecto de cada provincia del reino, como canales, &c. referir las operaciones necesarias para navegar los rios, y para hacer que esta navegacion circule por medio de canales navegables............ Despues de hecho este trabajo preliminar, podría el Gobierno formar un plan general de todas las operaciones necesarias en todo el reino; visto así todo junto y enlazado, y conferenciado, manifestaría la utilidad y la importancia de cada operacion; sabría cuales son precisas, cuales inútiles, y cuales deben llevarse el 1.er cuidado.......... Un punto omito, que no es á buen seguro ni el de menor importancia ni el ménos fundamental, el avance, el coste de cada obra. Saberlo ántes de concluirla, no digo yo que sea imposible, me mantengo sí en que es mas que dificultoso...... Busque el Gobierno, si el Gobierno da el encargo, un hombre inteligente, eficaz, pundonoroso, puro, desinteresado, como el digno protector de la acequia imperial de Aragon, y entréguese con entera confianza. Si alguna vez se acordare de la obra, sea únicamente, como ahora, para alentar con sus auxilios al varon extraordinario, quien en pocos años habrá dejado concluido un monumento inmortal de la beneficencia de Carlos III y Carlos IV........." El formar el plan que espresa *Don Benito Bails* está muy puesto en razon, con arreglo á los conocimientos de su tiempo; pero, atendiendo á las vicisitudes humanas, esto es tan largo, tardío y costoso, que solo en los preliminares se gastaba mas de lo que por mi sistema, para el objeto principal. Y á fin de que se perciba la importancia de los métodos, que voy á proponer, bastará insertar lo

que dice el mismo *Bails* pág. IV del prólogo de dicho tomo." Aquí (dice) había sido mi ánimo concluir su declaracion; pero no lo consintió una de las muchas fortunas que ha tenido España en el reinado del benéfico Carlos III. Fortuna deseada por espacio de 2 siglos......... se propuso á Carlos III, y aprobó, la conclusion de la Acequia Imperial de Aragon....... se nombró á *Don Ramon Piñateli*....... desempeñó este encargo con inteligencia, integridad, firmeza y zelo; perdió su sosiego, sacrificó su salud, tuvo maña para burlar formalidades, algunas de ellas maliciosas y todas impertinentes; tuvo teson para despreciar reparos enconosos, sufrimiento para aguantar dicterios de conocidos, amigos, paisanos y compañeros. Solo con una prenda de estas, que le hubiera faltado, hubiera quedado abandonada....."

40 Todas estas son verdades de la mayor importancia; y grabadas en mi corazon estas dificultades, he procurado excogitar un medio de superarlas, que ni exija los trabajos preliminares, que dice *Bails*, ni se pierda el dinero ni el tiempo. Lo que acabamos de ver, respecto de la acequia imperial, sucederá en toda empresa de esta especie. Se hace por ejemplo un proyecto; se pasa al exámen de una comision ó cuerpo facultativo; por mas claridad y exactitud que contenga el proyecto, como los que lo están examinando no conocen por lo regular todas las circunstancias locales, encuentran dudas; para aclararlas, exijen nuevas operaciones; hechas estas, se vuelven á examinar de nuevo, ya generalmente por personas diferentes; ocurren nuevas incertidumbres que exijen nuevos reconocimientos; y así se continúa por un proceder infinito, perdiéndose el tiempo y gastándose el dinero sin utilidad.

41 Mas, aun prescindiendo de todas estas incidencias, y suponiendo que el negocio caminase viento en popa, que todos cooperasen con el mayor celo y mejor buena fe, y que no se ofreciese ninguna dificultad; como la vida humana ofrece tantas vicisitudes, la muerte ó enfermedad de los sugetos que lo promueven, la de algunas personas de la Familia Reinante; el cambio de un Ministro, y aun la simple variacion de negociado en la Secretaría del Despacho, es capaz de entorpecerlo.

42 Verémos (§ 59) que la muerte de *Don Carlos Lemaur* impidió el llevar á efecto la ejecucion del canal de Guadarrama al Océano; y en nuestros dias, hemos visto no llevarse á efecto la navegacion del Tajo, estando allanadas todas las dificultades, como se puede ver en la obra relativa á esta materia.

43 Por esta causa, una de las cosas que mas llaman mi atencion para el proyecto de poner en planta todo el contenido de esta obra, es conciliar de tal modo los intereses del Estado con los de los particu-

lares, con la marcha progresiva de las luces, y las necesidades públicas, que en ménos tiempo del que se gasta por lo regular en llegar á oidos del Soberano un proyecto, pueda este realizarse, ganando todos y sin que ninguno pierda.

44 Despues de las obras de *Bails*, llamó mi atencion el *Tratado de Fortificacion ó Arte de construir los edificios militares y civiles, escrito en ingles por Juan Muller*; traducido en castellano y aumentado con notas y adiciones por *Don Miguel Sanchez Taramas*, que ya hemos citado (§ 7 L. 4); y en la pág. 219 del 2.° tomo hay una adicion *sobre las utilidades que producen los canales de Navegacion y de Regadío, con el modo de disponer así estos, como los que se abren para facilitar la desecacion de los terrenos pantanosos*; donde se espresan las utilidades de los canales de navegacion; se habla de algunos canales famosos, y pág. 241 se ocupa de los de Castilla y de Leon.

45 En comprobacion de la necesidad que hay de llevar á efecto el contenido de toda nuestra obra, y principalmente de lo espuesto (en la seccion 4.ª del cap. 3 L. 5) basta observar, que en la pág. 242, dice: "en dos cosechas abundantes de vino suele tener el labrador que arrojar el que le sobra de una, para envasijar lo que recoge en la otra; siendo cierto que en muchos lugares pierde su fuerza, manteniéndolo en las bodegas, al mismo tiempo que sacándolo á la montaña ó á paises ultramarinos se hace sumamente generoso y apreciable....... Estas consideraciones movieron el piadoso ánimo del Señor Don Fernando VI á mandar que por el capitan de navío *Don Antonio de Ulloa* (sugeto de conocida instruccion y mérito) acompañado de varios Ingenieros hábiles, se reconociese y examinase si sería posible &c..... Practicados pues los reconocimientos...... fué fácil discernir la posibilidad de establecerlos desde las inmediaciones de Segovia y de Medina de Rioseco hasta el puerto de Suances, próximo á Santander; sin que en estas distancias (que la mayor puede regularse de 60 leguas) se ofreciese otro embarazo, que el reducido de haber de caminar precisamente 8 leguas por tierra, para conducir por agua cuanto producen aquellos reinos, y proveerlos de lo que necesiten en todo tiempo. Con estos fundamentos, se formó el proyecto general de los canales de Castilla y de Leon..... Para la conduccion de maderas al astillero de Guarnizo y facilitar el comercio de Santander, hizo concluir S. M. por los años de 1752 el magnífico camino que desde esta ciudad salva tan penosos y malos pasos, como se encuentran hasta Reynosa...... A 4 leguas de Santander costéa la ria de Suances el espresado camino, y á este se arriman los navíos mercantes de 3 palos entre los pueblos de Campuzano y Santiago. En el mismo

lugar se ha proyectado la ejecucion de un almacen, que contenga los frutos y efectos que deban estraerse ó introducirse por el mar en las Castillas; y á este efecto se han de trasportar en carros tirados por bueyes (de que hay abundancia en aquel pais) hasta el lugar de Oléa distante unas 8 leguas del desembarcadero. En esta poblacion (donde tambien se ha de construir otro almacen para los mismos usos que el anterior) debe tener su principio el canal de Castilla, aprovechando las aguas del pequeño rio Camesa, por cuyas márgenes ha de seguir hasta Villaescusa en donde encuentra con el rio Pisuerga...... hasta Nogales...... le atraviesa en las inmediaciones de Herrera...... se dirige luego por Ventosa y Naveros, cruzando el rio Abanades...... pasa por Requena y Fromista...... atraviesa el rio Cieza...... se introduce en el rio Carrion...... toca en Grijota...... continúa por Palencia, Dueñas, Valladolid y Simancas desaguando en el Duero...... enfrente de Villa-nueva...... Inmediato á este confluente tiene el suyo el rio Adaja, que ántes ha unido en sí el de Segovia ó Eresma.

46 »Desde Villanueva de Duero se ha proyectado la continuacion del canal que tocando en Matapozuelos, pasa el rio Adaja...... llevándose por Olmedo, Villagonzalos, Nava de Coca, Bernardos y Ontanares; y habiendo salvado en esta distancia el rio Voltoria...... se termina á media legua de Segovia; pero puede adelantarse todavía por un valle hasta el Espinar, que dista 1 legua del puerto de Guadarrama y 12 de Madrid.

47 »El canal de Campos, que se aparta del principal en Grijota, lleva su curso por Villaumbrales, Becerril de Campos, Paredes de Nava, Abarca, Castril de Vela, y Medina de Rioseco, donde se termina á la estension de mas de 10 leguas; y segun la disposicion é inspeccion ya hecha del terreno, ofrece poderlo seguir hasta Benavente y Zamora.

48 »Desde las inmediaciones de Herrera hasta las de Benavente y Zamora, son paises de pocas aguas, pero de terrenos fuertes y grasos, como el de Campos...... Mandó el Señor Don Fernando VI, que se principiase esta grande obra de los canales por el de Campos; lo que se ejecutó á mediados del año de 1753, y seguidamente se han concluido 35000 varas, desde el convento de Calahorra donde deriva sus aguas de las del rio Carrion, hasta Paredes de Nava. Este tramo de canal conserva por todas partes la anchura de 40 á 44 pies á flor de agua, y 7 de profundidad, con lo que pueden navegar barcas de 40 pies de quilla ó largo, 14 de manga ó ancho y 5 de puntal, quedando los 2 pies restantes, así para la diminucion que ocasiona el regadío, como para evitar todo embarazo y retardo en la navegacion. El declivio del lecho en la estension referida es de 2 pies, que añadidos á los 7 de pro-

fundidad que tienen las aguas al principio, la aumentan hasta 9 en el fin; lo que se consideró suficiente para el preciso flujo de las aguas, atendido su volúmen y estension de tierras que deben beneficiar con el riego." Aquí se observa el error de que hemos hablado (14); y pues que este proviene ya de *Don Antonio Ulloa*, ya de *Taramas*, ó de ambos, que son Sabios de mucho mérito segun ya tengo reconocido en muchos parages de mis obras, se comprueba cuanto hemos asegurado (14).

49 Pág. 251. "Si á la efectiva utilidad de los canales de Castilla, se añadiere con el tiempo la que puede sacarse de varios rios de España, ya facilitando en ellos la navegacion, ó ya derivando sus aguas por canales abiertos con el propio objeto, no quedará que apetecer mayor conveniencia para el adelantamiento de la Agricultura, giro y fomento del comercio, recíproco socorro de todas sus provincias y bien general de la Monarquía."

50 Habla luego de las utilidades de la navegacion del Guadalquivir, que "teniendo su nacimiento en la sierra Tabijense ó de Segura, no léjos de la villa de Cazorla, corre el espacio de mas de 60 leguas hasta descargar en el Océano cerca de S. Lucar de Barrameda: atraviesa por terrenos llanos toda la provincia fertilísima de Andalucía, pasando por las ciudades de Baeza, Andujar, Córdova, Sevilla y S. Lucar....... Las embarcaciones mercantiles del mayor porte, navegan y se introducen cómodamente por el Guadalquivir hasta la insigne ciudad de Sevilla, que dista 18 leguas del Océano; y otras menores llegaban en lo antiguo hasta la ciudad de Córdova, distante 22 leguas de la de Sevilla."

51 Pág. 253. »Iguales ó mejores proporciones que el Guadalquivir, tiene el rio Ebro para hacerle navegable hasta muy cerca de su principio...... Nace el Ebro en los confines de Castilla la Vieja, en los montes de Santillana cerca de Reynosa, y donde está el pueblo de Fontibre ó Fuentes de Ebro; discurre entre los Pirinéos y los montes de Idubeda ó montes de Oca: divide á Castilla por parte de Navarra: atraviesa por medio á Aragon, y entra por Cataluña hasta que desagua en el Mediterráneo junto á la ciudad de Tortosa. En esta distancia, que hace la estension de mas de 100 leguas, pasa por Miranda, Haro, Logroño y Calahorra en Castilla: Tudela y otros pueblos en Navarra: Zaragoza, Fuentes, Caspe y Mequinenza en Aragon; y Flix con Tortosa en Cataluña. De suerte, que facilitando la navegacion en este rio, se internarían por él las barcas desde Tortosa y los Alfaques, hasta Cubillo de Ebro, ú otro de aquellos lugares que distan poco mas de 2 leguas del canal de Castilla: lo que no parece que trae dificultad ni gasto insuperable, sabiéndose que antiguamente fué navegable este rio por mas de 60 leguas, ántes de entrar en la mar, hasta un pueblo llamado *Va-*

rio, que estaba no léjos de donde al presente se halla la ciudad de Logroño." Aunque en general todo lo que dice aquí *Taramas*, es muy exacto y filosófico, debemos sin embargo advertir, que *por haber sido navegable el Ebro en otro tiempo, no se puede inferir que lo sea en la actualidad por los mismos procedimientos que antiguamente.* Sobre cuyo punto nos estenderémos mas en el capítulo siguiente.

52 Pág. 255. "El canal de Castilla no tiene disposicion para unirlo con el rio Ebro, por hallarse este en suelo tan diferente, que siguiendo la nivelacion por Valderredible (que es por donde ofrece ménos dificultad), se encuentran 640 pies de desnivel en 12000 varas de longitud (esto es un declive ó pendiente de $\frac{1}{56,25}$); pero con solo 2 leguas de distancia por tierra, se podrían comunicar por agua lo mas interior de los Reinos de Castilla y de Leon, con los de Navarra, Aragon, Cataluña y Mar Mediterráneo *."

53 Despues trata del *uso y aplicacion de las balsas y esclusas en los canales y rios navegables*; esplica la *magnitud y fábrica de las balsas, que facilitan la navegacion en los rios y canales*; y luego hace las convenientes *advertencias para el proyecto y fábrica de los canales de navegacion*; y al tratar, pág. 319. *De los canales y acequías que se construyen para regar los campos*, dice: "Las grandes utilidades que procuran los canales de regadío á la Agricultura, y las considerables ventajas que tienen sobre los demas territorios de un Estado los que disfrutan de esta conveniencia, son tan sabidas de todo el mundo, que su notoriedad hace ociosa la cita de algunos ejemplares con que probarlas.

54 »No solamente en los paises áridos y secos se ve observada la práctica del regadío, sinó tambien en los que por su naturaleza son grasos y húmedos...... logran recoger copiosos frutos cuando ménos lo esperaban. Sobre este principio se puede concluir sin riesgo de no acertar, que los canales de regadío son absolutamente necesarios aun en aquellos paises y territorios que disfruten la situacion y circunstancias mas provechosas para el cultivo......

55 Pág. 321. »Con esta noble mira la Magestad del Sr. Don Fernando VI mandó en el año de 1751 que se reconociese el llano del Urgel...... De este espediente se deduce, que derivando las aguas del rio Segre...... y á espensas de millon y medio de pesos, se facilitaba el rie-

* Aunque yo no he reconocido esta localidad, me parece que un camino de fierro, de los de mi sistema, facilitaría esta comunicacion con muy pocos gastos.

go en mas de 42 leguas cuadradas de terreno; en cuyo espacio se regularon 191300 jornales ó 478250 fanegadas de escelente tierra sembrantil........

56 »La acequia imperial en el Reino de Aragon, principiada por el Sr. Emperador Carlos V consta á todos los provechos, y beneficios que facilita al pais, aun sin tener el grado de perfeccion, ni estension de que es capaz........

57 »En los Reinos de Granada, Murcia, Valencia y otros á quienes bañan muchos rios, han adquirido sus naturales grande habilidad y destreza para regar sus campos....... En la pág. 324 hace *advertencias para el proyecto y ejecucion de los canales de regadío*; y termina su obra con las correspondientes *para desaguar los lagos y desecar los terrenos pantanosos, habilitando los suelos de unos y otros para la siembra.*

58 El tomo 6.° de las *Memorias políticas y económicas sobre los frutos, comercio, fábricas y minas de España* por *Don Eugenio Larruga*, impreso en 1789, trata de los rios, canales, monedas, pesos, ferias, mercados y contribuciones de la provincia de Toledo. La memoria XXIX, que es la 1.ª del espresado tomo, trata de los rios que bañan dicha provincia de Toledo, de los *canales de Jarama y Manzanares, del proyecto de los hermanos Grunemberg para hacer navegable á Jarama hasta Madrid*; manifiesta despues las *utilidades que se siguen de tener las Córtes en los principales rios navegables, y las que tendría la de Madrid de serlo Manzanares*, terminando dicha memoria con el *proyecto de Don Miguel Osorio* para derivar una acequia del rio Jarama, que había de correr desde junto á Vaciamadrid, hasta cerca de Toledo. La memoria XXX contiene los proyectos de *Don Andres Martí y Don Vicente Alonso Torralba* para el canal de Jarama, y el de *Don Carlos Simon Pontero* para la navegacion de los rios Tajo, Guadiela, Manzanares y Jarama.

59 La XXXI trata de los canales de *Manzanares y Guadarrama, y caz de Colmenar*; y en la pág. 153 de dicho tomo, se dice: "Cuando la Junta se disponía á presentar los planos, cálculos y reglas que habían de preceder á la empresa del canal de Guadarrama al Océano, y resultaban de las nivelaciones y reconocimientos citados, la muerte imprevista del Brigadier (*Dan Carlos Lemaur*, Ingeniero) suspendió la actividad de la Direccion, precisándola á ocuparse enteramente en los medios de reemplazarle."

60 Luego, á la pág. 158 se ponen las *reglas bajo las cuales el Banco ha de desempeñar la construccion del canal de Guadarrama hasta Madrid*; y en la pág. 170 la *Descripcion de la 1.ª parte del ca-*

nal, que comprende desde el rio Guadarrama hasta la reunion del ejecutado en la inmediacion de Madrid, que principia "El fin principal de esta 1.ª parte de canal es de incorporar las aguas del rio Guadarrama con las del Manzanares; y tambien de continuar la navegacion hasta la misma orilla de Guadarrama, para acercarla cuanto se pueda á Castilla la Vieja. Y como la principal utilidad de esta navegacion, ínterin se concluye el canal de Castilla, será el trasporte de la piedra para los edificios de Madrid, se terminaron las operaciones de la nivelacion al mismo rio, tomando el perfil del estrecho de peña que se debe atajar, haciendo refluir sus aguas á la altura suficiente para que puedan verter á Manzanares, y hacer navegable el mismo rio hasta mucho mas allá del frente de Galapagar; resulta de la misma nivelacion que la superficie del estanque formado, atajando el rio en este estrecho, tendrá 545 pies 21 centavos de altura sobre el canal de Manzanares, en su principio cerca del puente de Toledo, y esta altura se bajará por medio de 17 esclusas......"

61 Pág. 175. Se inserta la Real órden por la cual se nombra á *Don Scipion Perosini*, Profesor de Arquitectura y de Hidráulica....... para rectificar los planos y nivelaciones y la regulacion de obras del canal de Guadarrama, quien manifestó en su dictámen, que esta era una feliz idéa. Espresa que él halló mas desnivel que Lemaur; pero no dice cuanto.

62 Pág. 236. Se habla del caz de *Colmenar de Oreja*, que principiaron los vecinos de dicho pueblo en 1528 y no se perfeccionó hasta el reinado del Señor Don Fernando VI; y en el del Señor Don Carlos III se dieron reglas para su gobierno en la Cédula de 17 de febrero de 1771 que inserta; y termina esta memoria dando noticia del canal de Talavera promovido por *Don Juan Rulière*, Director de las Reales fábricas de seda.

63 Paso ahora á dar noticia y estractar un escrito sumamente importante; y que lo es tanto mas, cuanto son muy pocas las personas que saben su existencia: tiene por título *Descripcion de un nuevo trozo del camino Real de Francia para Madrid, que se intenta construir por la cordillera de S. Adrian en consecuencia de las Reales Órdenes de 24 de mayo de 1803 y 7 de abril de 1804, adoptando en parte la ruta que antiguamente seguian las reales postas, carruages y demas caminantes por las villas de Segura y Cegama en la provincia de Guipuzcoa y por varios pueblos de la de Álava.* = *Disertacion sobre la direccion de este trozo y puntos que deben preferirse.* Y PROYECTO DE COMUNICACION *de los dos mares Océano y Mediterráneo por las inmediaciones del mismo camino.* Su fecha es 4 de octubre de 1805

en Segura; está impreso en San Sebastian año de 1807 y lo firma *Don Joaquin Ignacio Zunzunegui*, *Arquitecto*, aunque por lo que despues se verá, dicho escrito es del Ingeniero *Don Carlos Lemaur*, hijo del famoso Ingeniero del mismo nombre y apellido, de cuya muerte hemos hablado (57).

En la pág. 11 se dice: "Un facultativo de notoria instruccion y de mucha práctica en la construccion de caminos y canales, cuya modestia quiere que se oculte su nombre, se ha tomado el trabajo de andar y reconocer con la mayor prolijidad y exactitud toda aquella espesa cordillera, con la idéa de cerciorarse de la direccion que conviene dar al trozo del camino Real de *Francia* para *Madrid*; el cual, principiando en el puente de *Igarza* (jurisdiccion de *Beasain*), deberá seguir hasta la ciudad de *Vitoria*.......... Me propongo dar á conocer, 1.º los inconvenientes de dirigir el camino por el *Boqueron ó Peña horadada de San Adrian*; 2.º las grandes dificultades que presenta el llevarlo por *Atabarrate*; 3.º lo incómodo y largo que sería por *Apota*; y 4.º lo penoso y arriesgado de abrirlo por el valle del rio *Idiazabal*."

64 Aunque nuestro objeto por ahora no es relativo á la direccion del camino, sin embargo, como al espresar dichos inconvenientes, se manifiestan algunos datos acerca de alturas y distancias sumamente importantes, estractarémos aquellos trozos que pueden suministrar luces para nuestro principal objeto.

65 Al ocuparse del 1.er punto, dice pág. 14. "Aunque es evidente que el punto del *Boqueron* en la cordillera de *San Adrian* es el que mas se aproxima á la línea recta desde *Beasain* hasta *Vitoria*; tampoco hay duda que de todos los 3 puntos indicados es el mas alto; y si desde él á la parte de Álava puede dirigirse el camino con alguna comodidad, no queda la menor duda de que es impracticable hácia esta provincia. Para convencerse de esta verdad, es necesario saber, que la altura del espresado punto del *Boqueron*, comparada con la del puente de *Igarza* (que es donde debería reunirse este nuevo camino con el actual), es cuando ménos de 3500 pies......"

66 Pág. 16........ "por consiguiente, pasaría á 1200 varas de distancia, y á mas de 1800 pies de altura de Cegama: á menor elevacion, pero tambien separado cerca de media legua de Segura; y solo podría aproximarse y bajar á la orilla del rio *Oria* en las inmediaciones de la *ferrería de Yurre*......... Pero si por un instante lo suponemos realizado, ¿qué idéas tan melancólicas no presentaría su aspecto á todo viajante? Un precipicio por uno de sus lados: el corte á plomo de la gran escavacion hecho en la peña, por el otro: la gran mole de áridos pe-

ñascos que por encima se verían superar á las nubes; y lo sombrío de él aun á las 12 del dia, en casi toda su longitud, produciendo en los pasageros las mas fúnebres y espantosas reflexiones, no se espondrían por 2.ª vez á sufrir ni lo penoso é incómodo de una subida tan dilatada, ni las idéas tristes que aquella vista había presentado á su imaginacion *.

---

* En esto tiene mucha razon *Lemaur*. Yo pasé por dicho parage con motivo del reconocimiento de que hablaré (77); salí de Segura muy de madrugada; ántes de llegar á Cegama, nos había ya dado el sol varias veces; pero al pasar por dicho pueblo y sus inmediaciones, nos hallamo en una oscuridad casi absoluta, semejante á la que se nota un poco despues de anochecer, ó un poco ántes de amanecer. Pero, al mismo tiempo que mi cuerpo esperimentaba una impresion desagradable, por la falta de luz y de calor, que se advertía en dicha localidad, á causa de la configuracion de aquellas montañas, se regocijaba mi alma de un modo muy estraordinario; pues veía mi espíritu en aquel parage el orígen de un fecundo manantial, que puede producirnos mas ventajas y riquezas que muchas minas de América. Comparando lo que dice *Lemaur*, con lo que yo veía en mi interior, no se apartaba de mi memoria la sentencia de *Mr. Toulouzand*, que pongo por tema del 2.º volúmen de esta obra. En efecto, la mayor parte de los mástiles y de la tablazon, que se gasta en nuestros buques, viene del Norte, saliendo de España por esta causa grandes sumas de dinero. Aquella localidad es la mas adecuada para producir dichos efectos de la misma y aun mejor naturaleza que los del Norte. Para convencernos de esta importante verdad, observarémos que segun el *Diccionario de Ciencias Naturales*, en el artículo *Pino*, con que principia el tomo 41, se ponen dos especies, que son las de mayores y mas importantes usos, y convienen muy bien á dicha localidad tan sombría; allí crecerán admirablemente, para buscar la luz que tanto escaséa. Dichas especies son las siguientes: *Pino de Rusia* (*Pinus sylvestris. Linn.*) "Este árbol puede crecer recto hasta mas de 80 pies de altura .... Está sujeto á variar mucho segun la naturaleza del suelo y la esposicion. En un terreno algo húmedo, en los paises del Norte, y cuando crece espeso en bosques, se eleva comunmente muy alto y recto ..... Su madera es escelente para la arboladura de los buques. Los pueblos del Norte construyen con él sus casas, hacen muebles, trinéos, y antorchas para alumbrarse por la noche. Su corteza esterior es tan ligera, que puede suplir al corcho en algunos usos, como para sostener en el agua las redes de los pescadores. La corteza interior contiene un principio mucoso y nutritivo, que sirve de alimento á los habitantes de Laponia: amasado con harina de centeno, se emplea en Suecia para hacer pan. En dicho pais, como tambien en Noruega, Alemania y Polonia, su madera es de gran recurso para calentarse; y suministra un carbon muy estimado para las fraguas. Su madera es superior á la del pinabete, en razon de su dureza y resistencia .... Colocada esta madera en el agua ó en parages húmedos, se conserva muchos años sin podrirse, siendo por tanto muy adecuada para hacer pilotes, canalejas para la conduccion de las aguas y cuerpos de bomba." Despues habla del Pino Rojo (*Pinus rubra*) que dice parecerse mucho al anterior dando los mismos resultados y diferenciándose únicamente en ser algo mas encendida su madera. Las raices hendidas en astillas, sirven de hachas á los aldeanos escoceses. Se empléa frecuentemente su madera, en la arboladura de los navíos ingleses.

Como dicha posicion de Cegama, es la mas propia para la cria de los

67 Al hablar de la direccion por *Atabarrate*, dice pág. 22....."Pero tambien es evidente que se halla en las vertientes al *Burunda*, y por consecuencia que deberá hallarse un punto, que siendo mas bajo que dicha cordillera sea tambien comun á dos distintos rios; ó lo que es lo mismo que el uno de ellos tenga su curso al *Mediterráneo* cuando el otro corra al *Océano*. Así es, que el *Iturbeguieta* en una direccion y aun término totalmente opuesto al *Oría*, tiene su nacimiento al pie del Boqueron, cuyas laderas que forman el Valle donde corre, la una es la misma cordillera, y la otra un ramal ó loma que nace de la misma, y en la cual se halla la hermita de *Sancti Spiritus*. En la continuacion, pues, de esta loma, ó en el punto *B* señalado en el plamo (ni en el año de 1821 en que por mi destino pasaba pór mi mano todo cuanto tenía relacion con caminos y canales, ni ántes ni despues de mis viages por las provincias, me ha sido posible saber el paradero de este plano), llamado *Aldaola*, es por donde se hace verter al 2.º de dichos rios una parte de las aguas tomadas del 1.º, que conducidas por

mencionados pinos, se halla en la orilla del mismo rio *Oría*, que por mi sistema ofrece la mayor facilidad de hacerle navegable, se tenían allanadas todas las dificultades que presenta la conduccion de las maderas desde donde se crían á los astilleros, pues por dicho rio podrían trasladarse, con moderadísimo coste hasta el Océano en Orio, distante unas ocho leguas, y desde allí por mar á todas las partes del mundo; pudiendo servir no solo para surtir nuestros astilleros, impidiendo salga dinero del Reino, sinó para vender á los estrangeros, pues podríamos darlas mas baratas, y con mucha utilidad de nuestro pais. Pero aun hay mas; todo aquel terreno está convidando á que en él se establezcan astilleros. Los principales renglones para la construccion de buques, son las maderas y la clavazon; ambas cosas se tienen allí muy á la mano. Por otra parte, todos los demas artículos de comercio, víveres &c. &c. se hallan absolutamente libres de todos derechos de entrada y salida: pues por los fueros del pais, no hay la mas mínima traba en nada absolutamente: en términos, que, ni en los Estados-Unidos, ni en las ciudades Anseáticas, ni en ninguna parte del Universo hay mas comodidad para mantenerse y promover todos los ramos de industria. Luego, si en la distancia que media en dicho rio Oría, ó en los puertos de sus inmediaciones, como S. Sebastian y el hermosísimo de Pasages, se estableciesen astilleros, podríamos proveer de buques buenos y baratos, no solo á toda la Península, proporcionando estos en nuestro pais la riqueza y la abundancia, sinó que los podríamos vender a Extrangero con muchas ventajas, ingresando el metálico, en vez de extraerse como sucede en la actualidad. Estas ventajas tan ciertas y positivas son muy superiores á las que nos han proporcionado las minas de América; pues, al examinar los efectos que ha producido el tan ponderado comercio de las Indias, se halla que aquellos rios y torrentes de oro y plata, encareciendo los artefactos de nuestro pais, han asolado cuanta industria encontraban en su tránsito: convirtiendo los artesanos y menestrales aplicados, que sostenían el Estado, en mendigos y pordioseros que lo han empobrecido.

Ahora bien, en 1824, recorrí yo todas las costas septentrionales de España, desde la Coruña hasta Fuenterrabía; vi por mí mismo una multitud de carpinteros de ribera sumidos en la indigencia, y pereciendo por falta de trabajo, así como otros muchos artesanos y menestrales que se empléan en la construccion de los barcos. A mi regreso á España en 1829, verificado por Bayona, vi en dicha ciudad construir los barcos que habían de servir y sirven ac-

una acequia al espresado punto, le nombran impropiamente el nacimiento del *Oría*, y se despeñan por un valle lateral que se dirige al que es el verdadero orígen de este último rio."

68 Despues de manifestar que el hacer pasar el camino por *Apota*, tiene casi los mismos inconvenientes que por el *Boqueron*, y por *Atabarrate*, al examinar lo que resultará pasando por *Idiazabal*, dice pág. 28...... "y como el punto de *Echegarate*, vertientes al *Idiazabal*, es muy elevado con respecto á su embocadura en el *Oría*, y tal vez mas de 900 á 1000 pies superior al punto *B* de *Aldaola*, desde el cual vierten las aguas del *Iturbequieta* al último de dichos rios "termina pág 31" resulta pues de todo lo espuesto, que no es posible la ejecucion del camino por *Echegarate*, que es muy difícil por *Apota*.... que esta dificultad se aumenta por *Atabarrate*........y por último, que es tanto mas difícil por el *Boqueron*, cuanto su elevacion es muy superior á los puntos anteriores, la distancia mucho menor, y el terreno sumamente áspero y de difícil acceso. Nos resta ahora hacer ver los

---

tualmente de Guarda-costas en España; y aun lo que es mas raro, ví tambien un mes ántes, que se habían ido á contratar á Lieja en Bélgica, varios pertrechos de fierro para los mismos barcos; y al considerar yo que dichos pertrechos habían de servir para los buques guardacostas de España, donde por una parte hay montes de fierro, y por otra se hallan destruidas muchas ferrerías y sumergidos en la miseria los que se ocupaban en este ramo de industria, estaba mi alma en una continua batalla, acerca de las causas que promovían semejante calamidad, y sobre el modo de remediarlas. En Guipúzcoa y Vizcaya no se puede achacar á trabas de la industria, ni tampoco á holgazanería ú haraganería de los habitantes; pues en cuanto á trabas, no las hay de ninguna especie como acabamos de indicar; y en punto á los moradores, son los mas laboriosos de España: y hasta las mugeres se ocupan en todas las labores domésticas y rurales, sirven de barqueras &c. &c. Por lo que, despues de la mas seria meditacion, hallé que dichas causas, proceden todas de que no existen, en nuestra lengua nativa, y al alcance de la generalidad de los Españoles, el competente conjunto de obras ó tratados sencillos, claros y exactos sobre los ramos *científico-industriales* segun tengo ya indicado (§ 109 L. 5); pues estos son los únicos medios para que se puedan desenvolver las facultades intelectuales de nuestros artesanos y menestrales, y dar buena direccion al desarrollo de sus facultades físicas. Y despues de muchas reflexiones, juzgué que los conocimientos mas indispensables para que todos los ramos de nuestra industria salgan del atraso y abatimiento en que se hallan, se podrían reunir en tres obras. En la presente y en la de los caminos de fierro, de que ya hemos hablado (nota del § 64 L. 4), trato de reunir cuanto es conducente y necesario al aumento maravilloso de nuestra produccion agrícola, hasta el grado y en la forma que se espresa en los libros 1.° y 8.°, y para trasportar y manufacturar las primeras materias, dónde y cómo nos convenga; y en la intitulada *Riqueza mineral de España*, de que tambien he hablado (nota del § 64 L. 4), me he propuesto conseguir el mismo objeto respecto de la produccion subterránea. Y como todos los procedimientos artísticos é industriales se fundan en las Matemáticas, y las obras que tengo publicadas con anticipacion sobre los diversos ramos de estas Ciencias se hallan bastante divulgadas, refiriendo mis doctrinas á los procedimientos científicos ya conocidos, *espero que no han de ser mis investigaciones de todo punto infructuosas.*

parajes por donde convendrá dirigir este camino.........."

69 Despues de hacer algunas indicaciones generales, dice pág. 33 "Todos saben que de las varias cordilleras de montañas que dividen la *España*, nacen por cada uno de sus lados diversidad de rios, que van á confundirse en los Mares *Océano y Mediterráneo*, los cuales tienen cada dos de ellos una loma ó cordillera de 2.° órden, que les es comun, y cuya mayor elevacion en toda su longitud es la línea divisoria de sus vertientes......La cordillera de S. Adrian desde las alturas del *Boqueron* hacia *Navarra* no la ofrece tampoco á este respecto; y aunque se ha de confesar que no se halla cortada tan profundamente como otras muchas; se reconoce sin embargo haber padecido como aquellas algun trastorno...Sigue con cosas geognósticas muy buenas....y pág. 36 continúa........" porque subiendo por el arroyo *Otsaurte* hasta su estremo ó nacimiento, sus laderas ó montañas son tan elevadas en este parage, que parece continuar el mismo valle, siendo así que entre las alturas de *Achu* y de *Añabaso*, en frente una de otra, aquella en la continuacion de las de *Echegarate*, y esta en la de la loma de *Santi Spiritus*, se encuentra el punto, término ú orígen de las vertientes al *Urdalur* y al *Oria*, ó por mejor decir á los dos mares *Océano* y *Mediterráneo*. Este punto de vertientes llamado *Otsaurte*, y del cual toma el nombre el arroyo que baja al *Oria*, se halla tan bajo con respecto á la cordillera, que el punto *B* de *Aldaola* se encontrará tal vez mas de 300 ó quizá 400 pies mas elevado, y las Alturas de *Achu* y *Añabaso* de 600 á 700 pies sobre el mismo punto; de forma que este hallazgo.......sería tambien un descubrimiento de la mayor importancia si la navegacion interior se hallase estendida. Por tanto......creemos deber separarnos por un instante del asunto principal de este papel, para manifestar la........

70 "*Posibilidad de comunicar los dos Mares.*=Es claro, que, hallándose, como hemos dicho, este punto de *Otsaurte* tal vez de 300 á 400 pies mas bajo que el de *Aldaola*, por el cual se hacen verter al *Oria* las aguas del Iturbequieta, se podrán tomar tambien las de este mismo rio á una altura conveniente, y de modo que conducidas por el valle en una acequia, lleguen al mismo punto de *Utsaurte* desde el cual se podría ejecutar un canal, cuyas aguas en él bajasen de uno y otro lado hácia esta parte por el valle del *Oria*, y por la otra por el del *Urdalur*. Este canal podría seguir por este último pasando en la inmediacion de *Alsasua*, continuaría por el valle del rio *Araquil*,....... y entraría en el valle del *Ebro* para incorporarse con el actual canal ó *Acequia Imperial* hasta Tortosa. Por la otra parte, bajaría, como hemos dicho, desde *Otsaurte* por el valle del rio *Oria* hasta la inme-

diacion de *Andoain*, á cuya altura vendrían las aguas del rio *Leizaur*......seguiría despues, ó bien el valle de este último hasta cierto punto, para introducirlo en el puerto de *Pasages*, ó bien desde cierta altura podría separarse de aquel para dirigirlo por el de la *Antigua*, terminando en el puerto de *S. Sebastian*..... No ha sido nuesto ánimo proponer la comunicacion de los dos mares, para que se piense en ejecutarlo desde luego; al contrario, creemos que es por donde debería concluirse, despues de perfeccionados todos los canales que es posible realizar en el Reino como mas fáciles y ménos costosos: mi objeto ha sido solo el de dar á conocer el punto de *Otsaurte*, que me persuado ha estado desconocido hasta el dia de hoy con esta idéa......"

71 *Don Darlos Lemaur* tenía mucha razon, acerca de ser desconocido el punto de *Otsaurte*; pues dicho punto no solo ha sido ignorado de todos los que le precedieron; sinó que yo no he podido encontrar nada escrito sobre este particular, ni antiguo ni moderno, y de ninguna especie y naturaleza que fuese; y aun lo que es mas, ni entre las personas, que viven, he hallado quien estuviese al corriente de esta materia; y como es de la mayor importancia cuanto dice este hábil Ingeniero acerca de la posicion de este punto, el deséo de instruirme personalmente sobre tan interesante objeto, me hizo concebir la necesidad, utilidad, é importancia de viajar por la Península; examinar las localidades, y comparar las dificultades que ofrece el terreno con los medios científicos de superarlas. En efecto, comisionado en virtud de Real órden de 28 de enero de 1818 para la nivelacion del Jarama, me ví en la precision de considerar en grande y bajo todas sus ramificaciones el proyecto de la navegacion interior general de España, á fin de que lo que yo propusiese, relativo al proyecto particular de surtir de aguas á Madrid, contribuyese mas bien á facilitar que á entorpecer el proyecto de navegacion general interior. Los acontecimientos de 1820 paralizaron el curso que se había dado al proyecto de mi Memoria, inserta en los Mercurios de setiembre á Diciembre de 1824; mas á pesar de todas mis vicisitudes, se ha verificado desde aquella época, ó que han pasado por mi conducto, y he tenido que examinar las obras y proyectos que tenían conexion con esta materia, ó las circunstancias me han proporcionado el ver realizadas las obras acuáticas mas importantes de Europa, y tratar con las personas mas versadas en su construccion.

72 Uno de los escritos, que llegó á mis manos, y que aprecié muy extraordinariamente, se había impreso el año de 1821 en Bilbao con el siguiente título: *Memoria sobre el proyecto y posibilidad de comunicar el mar Océano con el Mediterráneo por medio de un canal, que*

principiando en las inmediaciones de S. Sebastian, y siguiendo por Hernani, Urnieta, Andoain, Villabona, Tolosa, Alegría, Legorreta, Villafranca, Beasain, Segura y Cegama en Guipúzcoa, y por Alsasua, Valle del rio Azaquil, Artazco y otros pueblos de Navarra, llegue á unirse con el de Tudela=Interesante hallazgo del punto de vertientes á ambos mares, hecho por el Brigadier de ingenieros *Dan Carlos Lemaur* en la altura de *Otsaurte* cerca de Cegama, como único que presenta la naturaleza para la construccion de este canal &c. Por *Don Luis de Astigarraga y Ugarte*, Miembro de la Sociedad de instruccion de París &c.; del cual vamos á estractar lo que mas directamente contribuye á nuestro objeto.

73 El epígrafe del capítulo 1.º es "*Reflexiones generales acerca de la importancia de los caminos y canales para la prosperidad de un Reino*;" y pág. 2, dice..... "las minas de la verdadera riqueza se hallan en la superficie de la tierra; y la agricultura, las artes y el comercio son los instrumentos con que las hemos de beneficiar......... Pág 5... mi amor á la patria no me permite diferir ni un momento la publicacion de esta Memoria, y particularmente la del interesante hallazgo del punto de vertientes á ambos mares en la falda de *Otsaurte* en la cordillera de S. Adrian, como único que presenta la naturaleza para la ejecucion de un canal, que facilite la navegacion interior y la comunicacion del mar *Océano* con el Mediterráneo,....Pág. 6" La actual penuria de nuestro erario público no debe tampoco acobardarnos en manera alguna, ni retraernos de emprender unos proyectos tan interesantes para toda la Nacion. Los caminos, canales y otras obras de esta naturaleza no se construyen precisamente de onzas de oro y de pesos fuertes; lo que se necesita indispensablemente es hombres y víveres, que no faltan en España, *.......Pág. 8.....Me tendré por muy dichoso, si publicándose de este modo en todo el reino el importante hallazgo del punto de vertientes á ambos mares en la falda de *Otsaurte*, se promovieren los dos proyectos de que trata esta *Memoria*......."

74 Despues inserta varios trozos del escrito anterior; y principia el capítulo 6.º de este modo: "Así como el inmortal *Cristobal Colon*, fundado en sus grandes conocimientos cosmográficos, y buscando por mar un paso á la India Oriental, y por consiguiente un viage mucho mas corto y ventajoso que el que antiguamente se hacía por tierra desde la Europa, se llenó de gloria con el descubrimiento del gran continente de las Indias Occidentales, conocidas ahora con el nombre de la América, del mismo modo el hábil é infatigable Ingeniero *Lemaur*,

* Estas idéas son muy exactas y juiciosas; y corroboran cuanto yo he discurrido, para establecer mi sistema de navegacion interior de España.

guiado de sus profundos conocimientos teóricos y prácticos en la direccion y construccion de caminos y canales, recorriendo la cordillera de S. Adrian en solicitud de una falda por donde mas cómoda y ventajosamente pudiese dirigir nuestro proyectado camino, contrajo un gran mérito en favor de la Nacion, con el descubrimiento ó hallazgo del punto de vertientes al mar Océano y al Mediterráneo, en el orígen del arroyo de *Otsaurte*, ignorado hasta esta época, como único que presenta la naturaleza para que pueda construirse un canal de navegacion que comunique á ambos mares."

75 Esta obra descubre ya que el impreso estractado (61 y siguientes) es debido á uno de los 4 apreciables hijos del famoso *Don Carlos Lemaur*, de quien tenemos hablado muchas veces; y por lo mismo da mayor realce á un escrito de esta naturaleza. Con este motivo, escitó en mí un deséo mas vehemente de reconocer el punto de Otsaurte. Lo intenté en el año de 1824 en que estuve tomando las aguas de Cestona; pero aquellas circunstancias no eran á proposito para estos reconocimientos; por lo que no me fué posible. Mas en cambio, hice un viage por Francia é Inglaterra, que me facilitó ver obras hidráulicas de todas especies, y tratar personalmente á los Sabios mas eminentes en todos los ramos del humano saber. Las obras, que vi construidas en el extrangero, y las utilidades que producían, me confirmaban cada vez mas en la utilidad, importancia y necesidad de llevar yo á efecto los reconocimientos que me había propuesto. Con este motivo, al ver la latitud y extension que se daba á la esplotacion de minas por los Reales Decretos de S. M., volví en el año de 1825 á España, con varias miras de utilidad general, tanto relativamente á minas, como á este interesante objeto de la navegacion interior; pero uno de aquellos incidentes desagradables, que eran tan frecuentes en aquel tiempo, me impidieron llegar á los parages designados, y tuve que volver á Francia. Continué en dicho pais, adquiriendo noticias importantes; y al tratar de volver á España, emprendí dos viages, uno al medio dia de la Francia como ya tengo espresado (§ 498 L. 5), y otro al norte de dicho pais y á Bélgica y Holanda; pues quise recorrer, ántes de regresar á nuestra Península, cuanto yo juzgaba que convenía establecer en ella.

76 Mi entrada en España la verifiqué el 3 de junio de 1829 con los deséos mas eficaces de cooperar á las benéficas intenciones que S. M. tenía espresadas en sus soberanos decretos; y despues de haber reposado algun tanto de las penosas fatigas de mis viages, pues en lo que iba de año, había caminado mas de *mil y quinientas* leguas, y muchas de ellas á pie, para examinar mejor las obras, traté inmediatamente de reconocer el expresado punto de *Otsaurte*.

77 Salí, pues, de Fuenterrabía el 14 de junio; en S. Sebastian se me reunió el Condesito de Robres; y nos dirigimos á Segura, con el objeto de que *Don Luis de Astigarraga* nos diese las noticias conducentes. Este caballero nos hospedó en su casa; nos obsequió muy finamente; y nos proporcionó, para que nos acompañasen en dicho reconocimiento, á *Don José Resusta*, oficial de Marina sumamente instruido y apreciable, residente entónces en Segura; y como peritos conocedores del terreno á *Agustin Aristimuño y á Xavier de Catarain*, vecinos de dicho pueblo. Y acompañados tambien de *Santiago Arrieta*, vecino de S. Sebastian, salimos de Segura el 19 de junio de 1829 muy temprano. Ya nos había dado mucho rato el sol, cuando pasamos por Cegama, parage sumamente sombrío &c á que se refiere lo dicho (66 nota). Desde luego eché de ver que la posicion de las montañas y de los rios que señalan los mapas, distaba mucho de la que presentaba la naturaleza; por lo cual, para formar yo la idéa mas exacta posible de las localidades, juzgué que lo mejor sería dirigirnos á un punto bien marcado; y en efecto, continuamos al *boqueron* ó *peña horadada*, que no está en el punto mas alto de aquella cordillera; por lo que, despues de haberlo pasado, continuamos subiendo hasta que llegamos al otro lado de dicho punto mas alto; donde ya se notaba un horizonte muy extenso y hermoso, descubriéndose con el anteojo la ciudad de Vitoria. Fija ya bien en mi interior la posicion del *boqueron*, volvimos atras; y habiéndole vuelto á pasar, nos dirigimos en busca del referido punto de *Otsaurte*. Para mayor claridad, nos referirémos á la (figura 129 lám. 11) que es el croquis, que formé en virtud del expresado reconocimiento. La posicion de Tolosa, Alegría, Lazcano, Ataun, Segura, Cegama y del rio *Oria*, hasta este último pueblo, como tambien la posicion del *boqueron ó peña horadada*, la he fijado por el mapa de Guipúzcoa de *Don Tomas Lopez*; y el resto de la figura, en virtud del reconocimiento ocular practicado aquel dia. En ella, represento con el número 1 la *peña horadada ó boqueron*, donde se halla la venta de S. Adrian, con su correspondiente capilla. Esta *peña horadada* es una taladradura, que hay en una roca de piedra caliza, cuya longitud es de unos cien pasos mios, que hacen como 250 pies: hallándose mucho mineral de fierro en la subida, que media entre el *boqueron* y el vértice de la sierra.

78 A la vuelta, me paré un rato, para hacerme cargo de todo el terreno que desde allí se dominaba; despues me dirigí al punto señalado con el núm. 2; el cual representa el nacimiento del *Iturbeguieta*: lo forma un manantial perenne que sale por entre peñas sueltas, aisladas y calizas como todo aquel terreno. Dicho punto se halla como

unos 400 pies mas bajo que la entrada de la *peña horadada ó boqueron*; y cuya distancia horizontal á la misma entrada será tambien como de otros 400 pies; pues la pendiente de la montaña en aquel parage se diferenciará poco de 45°. La cantidad de agua del expresado manantial, en el mencionado dia 19 de junio, segun la semejanza que yo observé con algunos parages del rio Guadalix, sería como de unos 16700 pies cúbicos por hora.

79 En el parage señalado con el núm. 3, que no se halla muy distante de dicho manantial, se toma casi toda el agua de este arroyo ó principio del rio Iturbeguieta por una acequia, que señalamos con el núm. 4......4 y conduce el agua á una ferrería que tiene cerca de Cegama *Don Martin José de Arza*, y despues de haber servido para la expresada ferrería, que viene á estar situada en *f* entra en el rio *Oria*. El agua restante, cuando hay mucha, baja por el arroyo que señalamos con 3..5..6.

80 Bajando despues desde la *y griega* artificial, que forma en 3 la mencionada acequia 3..4..4 con el curso del Iturbeguieta 3..5..6, como á unos 600 pies, viene, pasando con ciertos rodéos á causa de unos montecillos, á encontrarse en 7 la verdadera *y griega* natural, donde el monte se divide en dos cañadas; de las que una va al *Ordalur*, y despues al *Burunda*, por el parage de Navarra que va al Mediterráneo, y que señalamos en la figura con el número 12..12. El otro ramal, cañada, ó arroyo señalado por 8..8, va á parar al *Oria* reuniéndose ántes de Cegama, con el arroyo *Otsaurte* 16..16, de que hablarémos despues. Con los núms. 9, 10 y 11, señalamos varios manantiales que hay en todas las faldas de aquellas cordilleras que, unidos despues, forman, segun unos el orígen del rio *Oria*; mas segun los peritos, que me acompañaban, el nombre del rio *Oria* se debe dar desde el punto donde el brazo 8..8 del Iturbeguieta, se une al 16..16 del de *Otsaurte*, en las inmediaciones de Cegama. El punto 7 parece, segun los peritos, que es el punto de *Aldaola*, de que habla *Lemaur*, segun hemos referido (67).

81 Despues de la *y griega* natural 7, que separa las aguas del *Iturbeguieta* para ir unas al Mediterráneo en Tortosa, y otras al Océano en Orio, fuimos por una loma en la direccion *Sur Sur-Este*; y habiendo caminado como una hora, bajando siempre, aunque con suavidad, encontramos á nuestra derecha un arroyito, que dijeron los peritos ser el denominado de *Otsaurte*, cuyo principio señalamos con el núm. 13, y se halla en un parage llamado *Unzama*. En el curso de este arroyo, pero no precisamente en el medio de su caja, madre ó álveo, sinó un poquito mas á la izquierda, se halla una piedra que señala-

mos con el rectangulito 14; esta origina el que, cuando el arroyo lleva una cantidad mediana de agua, se divide en dos brazos, de los que uno se dirige desde 14 por 15...15 al *Urdalur*, y despues al Burunda, yendo por último á parar al Mediterráneo por Tortosa. El otro brazo del *Otsaurte* se dirige desde 14 por 16...16 hasta unirse con el brazo 8...8 del Iturbeguieta cerca de Cegama.

82 El punto 14, que segun los peritos es el de *Otsaurte*, de que habla *Lemaur* (69), se halla en efecto lo ménos 300 á 400 pies mas bajo que el punto 7 de *Aldaola*, como asegura *Don Carlos Lemaur*, y mas de *dos mil pies*, en mi concepto, que el punto por donde se dice que el Canónigo *Pignatelli*, y el Ingeniero *Krayenhorf* tenían proyectada la union del Océano con el Mediterráneo; y al convencerme yo materialmente de la facilidad, prontitud y economía, con que por mi sistema se podía establecer por el parage 14, la union de ambos mares, prorumpí lleno de gozo, ¡*Feliz hallazgo*!

La piedra señalada con el núm. 14 es arenisca; y á fuerza de golpes quitamos de ella, con otra piedra y mucho trabajo, un pedazo, en el parage que da al medio dia; y en la fractura, que resultó, se hicieron 3 cruces con una navaja para dejar bien señalado este sitio. El ángulo que formaban los 2 brazos de la *y griega*, sería como de unos 40°. Con el núm. 17 señalamos una hermosísima haya que en medio de la *y griega* como á unos 25 pies de la separacion de sus brazos hácia el Norte; esta haya tenía unos 12 pies de circunferencia é hicimos una cruz en su corteza. Con el núm. 18 señalamos otra haya mas pequeña y mas joven, que está en la orilla derecha del agua que va al *Urdalur*, y despues al *Burunda*; en la cual rogué al Señorito *Conde de Robres*, pusiese la siguiente inscripcion.

¡*Feliz hallazgo*! *Vallejo*, *Robres*, *Resusta*, *junio* 19 *de* 1829; y que el espresado *Condesito* tuvo la bondad de inscribir en la misma corteza, del mejor modo posible. La pendiente del brazo de arroyo, que va al *Urdalur*, será como de unos 20 pies por 100 de distancia horizontal. La del otro brazo que va al *Oria*, tendrá como 100 de altura en cada 100 pies de distancia horizontal.

83 Despues, continuamos por el brazo del *Otsaurte* que va al *Urdalur*, y fuí observando que el terreno presentaba como unos 15 á 20 pies de desnivel en cada 100 de longitud horizontal. Mas cuando entramos en terreno de Navarra, cosa que yo conocí solo por la inspeccion del arbolado, que está mejor cuidado en Navarra que en Guipuzcoa, dicho brazo de arroyo iba disminuyendo su pendiente ó declive. Nos separamos hácia la izquierda, subiendo hasta *Urrutí*, nacimiento de la regata de este nombre, cuya pendiente natural era al Mediterrá-

neo por el rio de *Alsasua* ó *Burunda*; pero por medio de una presa, que existía en otro tiempo, se conseguía que faldeando una montaña fuese al alto de *Etcegarate*, á donde uniéndose con otra regata que lleva este nombre, y con algunas otras, hacía mover una ferrería, y varios molinos, hasta el puente de *Lusagasti*, que es donde se une al Oria. Esta regata de *Etcegarate* va naturalmente al Océano; pero si conviniese, se la podría hacer ir sin gran coste al Mediterráneo. El punto de vertientes por *Etcegarate* lo señalamos con el núm. 21; la regata *Urruti* lo está con el 19...19 y la de *Etcegarate* con el 20...20; y como hemos indicado, segun la disposicion del terreno, es fácil hacer sin gastos de consideracion que las aguas de la regata *Urruti* señalada 19...19 pasen á la *Etcegarate* señalada 20...20; y *viceversa*; por lo que el parage 21 es otro punto de vertientes de aguas al Océano y Mediterráneo; y aunque el punto 21 se halla mas alto que el de *Otsaurte* señalado con el núm. 14, sin embargo, como estableciendo la navegacion por la línea *a* 19.. 19.. 21.. 20.. 20 *d*, nos ahorrábamos todo el rodéo que espresa la línea curva *ab* 15.. 15.. 17.. 16.. 16 *cd*, no me presenta la mas mínima duda el que, á pesar de algun mayor gasto que originaría el pasar el punto de vertientes por 21, respecto de lo que costaría por 14, sería preferible dicho punto 21 por el menor rodéo que se tenía en la navegacion. Mi ánimo fué, el ir recorriendo todos los puntos de vertientes de aguas al Océano y Mediterráneo hasta Lecumberri, que segun los mapas es un punto de vertientes de aguas que se dirigen unas al Océano por entre Alegría y Tolosa, y las del Mediterráneo van á incorporarse en *Atondo* con las del *Burunda*, que ya ha tomado el nombre de rio *Araquil*. Porque si se pudiese establecer la navegacion mas al oriente de la posicion *a* 19.. 19. 21.. 20.. 20 *d* sin un esceso considerable de gastos, sería todavía mas ventajoso. Por esta razon, continué hasta *Ataun* donde reconocí el arroyo 22...22 que, por la cantidad de agua que llevaba, era suficiente para alimentar la navegacion; y acortaría todavía mas su línea; pero, aunque no reconocí el punto de vertientes, por la configuracion del terreno, me pareció que estaría mucho mas elevado que el 21.

84 Convencido ya de la posibilidad de reunir los mares Océano y Mediterráneo, por navegacion interior, y de la facilidad y economía con que por mi nueva construccion de obras hidráulicas se podía conseguir, traté de reconocer inmediatamente aquellas cercanías, para crear valores trasportables; pues al ocuparse uno de las comunicaciones, debe tener presente la naturaleza, calidad y cantidad de los frutos, géneros y mercancías que debían trasportarse, á fin de ver si los derechos de trasporte compensan los gastos de construccion y conservacion de las

obras. Bien pronto hallé manantiales inagotables de riqueza. Por lo cual, en virtud de las disposiciones que había dado S. M. con el fin de promover la formacion de compañías ó sociedades para empresas industriales, y teniendo yo entónces capitales á mi disposicion, pues un amigo me los había ofrecido con este motivo, concebí desde luego la idéa de formar una compañía que abrazase este triple objeto: 1.º el beneficiar las minas que se hallasen en todo el terreno metalífero que yo reconocí, y que dejé señaladas y mareadas por mí, á presencia y con el beneplácito de las autoridades locales, y de Escribano público; 2.º el hacer comunicables los dos mares Océano y Mediterráneo; 3.º el hacer las calas, catas y sondaje, para que quedase á favor de la empresa todo el carbon de piedra que encontrase en los parages por donde se había de verificar la reunion de dichos mares. Y como en este género de asuntos conviene proceder con la velocidad del rayo, inmediatamente celebré 2 actas ante las Justicias y Escribanos de los respectivos pueblos; y aunque yo procuré hacer cuantos esfuerzos fueron imaginables, para que llegasen á nuestro Augusto Soberano el Señor Don Fernando VII las espresadas actas y mi esposicoon, resultó que por uno de aquellos incidentes, parecidos á lo que tenemos referido (30) sucedió en Toledo, quedó entorpecido este importante asunto.

85 *Don Carlos Lemaur*, siguiendo las idéas dominantes de su tiempo, propone la reunion de los mares Océano y Mediterráneo por medio de canales; pero esta idéa debe ser desechada enteramente en mi concepto, sustituyéndola mi sistema de *canalizar* el rio *Oria* desde el punto 14 de Otsaurte, ó mas bien por el punto 21 del lado del Océano; y por el Mediterráneo la parte de *Otsaurte* 14...15...15 ó la regata *Urruti* 19...19, y luego el *Urdalur* ó *Burunda*, que despues toma el nombre de rio *Araquil*, é incorporándose con el *Arga* desagua en el Ebro cerca de Alfaro: y canalizando luego este rio hasta su desembocadura en el mar cerca de Tortosa. En cuanto á los gastos, debo espresar con la mayor imparcialidad, que *el coste del canal, de que habla Don Carlos Lemaur*, desde *Otsaurte á San Sebastian ó á Pasages*, segun las dificultades que ofrece aquel terreno, *sería tan escesivo que con ménos gastos y en ménos tiempo, se podrá establecer por mi método de canalizar los rios con el auxilio de mi nueva construccion de obras hidráulicas, todo el sistema de navegacion interior general de la Península que proponemos en el cap.* 5.º de *este Libro.*

86 Debemos hacer ahora mencion del prospecto de nevegacion del rio Ebro, formado por los Coroneles de los cuerpos de Artillería é Ingenieros *Don Juan Aznar y Don Ramon Folguera*, que se imprimió en Zaragoza

en 1820. En este, hullamos espresiones muy dignas de consideracion; y por lo mismo juzgamos de mucho interés el citar lo mas importante. Principia recordando las benéficas providencias de nuestro Augusto Soberano contenidas en sus inmortales decretos de 19 de mayo de 1816, y de 31 de agosto de 1819, que nosotros hemos insertado íntegramente (§ 424 L. 8); y despues en la pág. 3 dice: "La naturaleza, que en todo es nuestra guia, nos indica como 1.er medio la navegacion de los rios." Estos apreciables militares opinan muy exactamente sobre este particular, y de todo punto coincidimos en idéas sobre esta materia. Despues, establecen proposiciones y verdades de mucha importancia, como son las siguientes; "no conocían los buenos efectos de las compañías libres, que no son sinó una reunion de luces y capitales. Esta verdad está bien demostrada por los resultados de la Gran Bretaña que debe á las citadas compañías las mejores y mas útiles empresas. Solo con abrir el mapa de España se ve á 1.a vista, que los 5 rios mayores deben formar las principales arterias de la navegacion general, sin que sea necesario, como han propuesto varios, el que ántes de emprender la navegacion de alguno de ellos, tenga que formarse preliminarmente un vasto plan que lo abrace y generalice todo, manifestando todas las ramificaciones, nivelaciones y obras, con todas las dificultades, ventajas y gastos que resultarían &c. &c., sin considerar que los rios principales, sea cual fuere el plan general, si es posible formar uno, siempre seguirán su curso y tendrán su propio desnivel, y que aun en el caso de hacerlos todos navegables, en nada pueden perjudicar á las ramificaciones que convengan hacerse despues, produciendo su sola navegacion ventajas incalculables; ademas de que una obra de esta especie necesitaría mucho tiempo, grandes y generales conocimientos, difíciles de reunir en un solo hombre para el feliz éxito; y así, se quedaría siempre sin principiarse por la propia magnitud de la empresa....... y luego pág. 8." Para mejorar pues la suerte de España, es indispensable atender principalmente á la navegacion de los rios; estos son los 1.os caminos por donde deben trasportarse los frutos, y aun en el estado actual, producirían grandes bienes; pues hay provincias, como la de Aragon, que en los años sobrantes, como el presente, quedan estancados los frutos por su ínfimo valor, por falta de fáciles comunicaciones." Aquí se observa una estrardinaria coincidencia entre lo que dicen estos recomendables Sabios, y lo que tengo espuesto (40 y 41), en lo que me resulta una gran satisfaccion.

87 En la pág. 5 dicen: "Siendo interesante, pues, la de todos los rios, que por su caudal pueden proporcionarla, ninguna lo es tanto como la del Ebro, que reune las circunstancias mas apreciables: su caudal

su largo y distinto curso, y el paso por las 7 provincias de Álava, Burgos, Soria, Navarra, Aragon, Cataluña y Valencia, le hacen el mas interesante de todos para el fomento de la agricultura, la industria, las artes y el comercio, como tambien por ser el único que desemboca en el Mediterráneo, y el que solo puede proporcionar la comunicacion de ambos mares tantas veces propuesta, y nunca verificada, siendo este medio el mas breve, y el indicado por la naturaleza como el mas económico, no siendo comparables los inmensos gastos de un canal y de su entretenimiento, con los fáciles medios de hacer navegable un rio caudaloso; pues es claro que si se intentase un canal para comunicar los Alfaques y Laredo, prescindiendo del Ebro, sería una obra muy larga, muy costosa, y tan contraria á la sana razon, como si se pretendiese hacer otro canal para ir de la bahía de Rosas al puerto de Málaga, prescindiendo del mar Mediterráneo." Este trozo merecía estar esculpido en letras de oro; pues todo su contenido es una serie de verdades sumamente importantes, y que coinciden exactísimamente con todas mis idéas.

88 Despues, en la pág. 6 dicen: "Si en tiempo de Vespasiano, segun el P. Mariana, se navegaba hasta Logroño, 65 leguas del mar; si el Rey Don Alonso en el siglo XII mantenía en Zaragoza muchas barcas y bajeles para contener á los moros; si el Rey Don Pedro III, llamado el Magno, salió del puerto de Tortosa con una escuadra de 150 velas el año de 1282, y en el siglo XV vino embarcado por el Ebro el Rey Don Juan desde Navarra; ¿qué dificultades pueden ofrecerse ahora, que los conocimientos del dia facilitan el vencerlas, sean las que fueren, para no reponer las aguas del Ebro en su cauce, y darle todas las ventajas de que es susceptible?" Aquí ya parece indicar, análogamente á lo que hemos espresado (51), que por haber sido en otro tiempo navegable el Ebro, parece deberse deducir que lo podrá ser ahora por los mismos medios que entónces. Esto se espresa clara y terminantemente en la pág. 11 donde se dice: "El primer medio de vencer dificultades es no creerlas invencibles, decía Luis XIV; que no lo son las que se ofrecen en el Ebro para hacerlo navegable, lo prueba evidentemente el que lo ha sido." Despues sigue...... "los estorbos que tiene el Ebro son los que tiene todo rio abandonado largo tiempo, azudes, pesqueras, molinos, paredones &c. que el interes particular ha ido usurpando al interes general, lo que hace la navegacion tarda y embarazosa...... los demas obstáculos se reducen á unos 60 azudes desde medio palmo hasta 3 de altura, muy fáciles de quitar siendo estos y aquellos los que principalmente se oponen á la navegacion espedita, fácil y segura; de consiguiente la mayor obra, que hay que hacer, es el quitar dicha cascada de Cherta, la de Flix, y la de la Roca roya, que es de

peña viva, debiéndose estimar lo demas de corta consideracion por la poca altura que tienen los 60 azudes, y porque habiendo sido hechos artificialmente, ¿con cuánta mas facilidad podrán quitarse?......" aquí ya se ve clara y terminantemente la idéa de que, *para facilitar la navegacion, es necesario quitar todas estas azudes*; y así es, que luego la 1.ª obligacion que prometen contraer pág. 18 es "Destruir todos los obstáculos que obstruyen al presente la navegacion del rio desde Tortosa hácia su orígen." Aquí se incurre en los mismos inconvenientes que *Antonelli* decía existir entre sus contemporáneos, y en que despues incurrió tambien el *maestro Oliva* segun se verá (112 y 115). Esto convence de lo necesario que es el contenido del cap. 1.º; pues, para hacer navegable, tanto el Ebro como cualquiera de los demas rios, en vez de quitar las azudes, presas &c. existentes, es indispensable no solo conservarlas, sinó construir otras nuevas donde no las haya; pero estableciendo tanto en estas como en las existentes, sus correspondientes esclusas.

89 Luego continúa pág. 13. "El formar un plan general de la navegacion del Ebro con sus obras, presupuesto de ellas, sondéos y reflexiones de sus objetos, utilidades &c. sería una obra muy difusa y de mas aparato que utilidad; sin que esto pudiera servir de iluminar mas al Gobierno......" En esto coincidimos exactamente; pues va conforme con lo manifestado (40 y. 41). Como complemento de la navegacion del Ebro, debemos indicar que en 1822 se formó un proyecto para la navegacion del Nagerilla; y que las noticias que yo adquirí entónces, me convencieron de la necesidad de un reconocimiento.

90 Vamos á insertar aquí algunas espresiones que contiene la Memoria sobre la navegacion del Tajo, porque son de mucha importancia para nuestro objeto. Pág. V dice "Es necesario desengañarnos: los deséos estériles, por buenos que sean, de nada sirven........." Pág. VII. "Pero durante un largo periodo de tiempo, ya fuese por el decantado concepto de ser absolutamente imposible la navegacion fluvial en España, lo que ha llegado á pasar como en proverbio......" Pág. X. "viene á ser forzoso intentar la navegacion de algunos rios, y mucho mas cuando el costo de estas obras apenas ascenderá á una vigésima parte del que exigiese la construccion de canales, al paso que sus rendimientos no serán muy inferiores." Esto es sumamente exacto; coincide en un todo con mi modo de pensar espresado (§ 35 y siguientes L. 1): resultando por mi sistema gastos menores y ventajas mas considerables.

91 Pág. 4. "Los Procuradores del Reino reunidos en Madrid por los años 1583 aprobaron el proyecto de navegacion interior, presentado por *Antonelli*, y votaron para su ejecucion cien mil ducados....... sin que esta medida encontrase oposicion sinó en los Procuradores de

Toledo, quienes precisamente eran los que mas beneficios debían reportar de ella."

92 Pág. 5. "Como adversarios del proyecto solo se encuentran en los papeles reunidos, á los Procuradores de Toledo segun queda apuntado y á los habitantes de aquella ciudad; pudiendo agregárseles algunas personas, que ignorando absolutamente los pormenores del asunto, y opuestas á cuanto se aparta de la senda trillada ó de la rutina ordinaria, se sorprenden con una noticia de tal magnitud. Semejantes gentes no creen factible sinó lo que ya está hecho, y poco avezadas á calcular con exactitud, ni á considerar bajo su verdadero punto de vista las grandes empresas, se arredran á los primeros pasos, y se niegan á prestarse con docilidad y confianza, siempre que se les habla de cosas nuevas, que nunca han imaginado, ó que constantemente han tenido como quiméricas." A esto añadiría yo el que, como la mayor parte de las gentes viven en la ociosidad, para cohonestar su indolencia, se oponen á que nadie haga ni promueva nada que pueda hacerle brillar, &c.

93 Pág. 17. "Pero el arreglo constante de esta navegacion, á pesar de ser tan evidente los medios de conseguirlo, y las ventajas que debe producir, jamás se ha logrado por motivos que, aunque infundados en su esencia, fueron muy poderosos para impedir una operacion de una importancia tan notable. Vemos por las memorias secretas, que á cada paso se publican, que muchas veces circunstancias, dignas del mayor desprecio, han influido en acontecimientos estraordinariamente grandes." Esta es una proposicion de eterna verdad, y está comprobada por el incidente que entorpeció mi proyecto (84). Despues, en la misma página enumera los motivos á que puede atribuirse que una empresa tan beneficiosa no haya tenido efecto hasta el presente; y el 3.º que espresa, dice así: "El equivocado concepto de los Propietarios de las obras construidas en el Tajo, y la falta de derechos para la existencia de algunos de ellos para poseerlas; lo que amplifica en la pág. 19 en los términos siguientes: »Esto es lo que se presenta como 3.er motivo, y como uno de los que tal vez han influido mas en paralizar la empresa de la navegacion. *Garibay* en sus memorias (núm. 131 del Apéndice) manifiesta claramente la oposicion de los toledanos á la navegacion..... No es posible esplicar el fundamento de esta oposicion, sin atribuirlo, ya sea al concepto equivocado que de ella formaron, respecto á sus intereses, los propietarios de las obras practicadas en el rio, ya sea á la falta de derechos que muchos de estos propietarios esperimentaban para conservar tales obras......"

94 Pág. 22. "En este caso, ya que no podemos aspirar á tener un canal de derivacion cual quisiéramos, nos contentarémos con tener un

modo cualquiera de salir al atlántico, pues todo es preferible al estado actual de incomunicacion, miseria y pobreza...... Pág. 23. »Por regla general, no estamos dispuestos á creer lo que no hemos concebido, ó lo que no podemos esplicarnos á nosotros mismos. »Esta es una proposicion tan cierta, que no se debe perder jamas de vista, para saber discernir el valor de las espresiones de algunas gentes que, sin los competentes conocimientos, se ponen á decidir los asuntos mas graves. Continúa en la misma pág. »una vez obtenida la certidumbre de ser posible, no debe vacilarse un momento en efectuarla; por cuanto con solo este medio se centuplica el valor de terrenos inmensos condenados en la actualidad á una miseria y abandono miserables. »Estas espresiones en boca de un sugeto que tiene bien acreditado su tino en proyectos económicos, y de utilidad general, comprueba que no hemos exagerado en cuanto hemos espresado en esta obra.

95 Pág. 25......»Pero cuando solo se trata de una moderada cantidad, como la que se manifiesta (de 20 millones), que á veces se gasta en un edificio improductivo, se pierde en una operacion militar mal combinada, ó se sacrifica en una negociacion diplomática ó de hacienda ¿podrá dudarse de invertirla en un objeto que centuplicará sin duda la misma cantidad en poco tiempo? »Comparando esto con lo espuesto (nota del § 14 L. 4) se puede establecer como regla general, que *la España saldrá bien pronto del estado de abatimiento en que se halla, si por un corto número de años, aplicase á la navegacion interior una pequeña parte de lo que se gasta en obras que no reditúan.*

96 Continúa pág. 32. »En efecto, una vez logrado tan singular beneficio de la providencia y del piadoso corazon del Soberano que nos gobierna, será luego poco difícil conseguir que llegue hasta Madrid la línea de comunicacion por agua....... »Esta es una verdad de mucha importancia; y por mi sistema, con ménos gastos de los que hasta ahora se han invertido en los canales de Aragon y de Castilla se podrá establecer todo el sistema de comunicaciones interiores que contiene el cap. 5 de este mismo libro, resultando que Madrid se comunique directamente con el mar por 8 puntos lo ménos.

97 En la misma pág. sigue: »¿Qué dificultades podrán oponerse á los que, despreciando la preocupacion apoyada en la ignorante rutina, ó en la tímida desidia, hayan proporcionado un bien tan estraordinario como no creido? »Estamos tan conformes en esto, que yo, en la pág. V del prospecto de esta obra, tengo dicho que el proveer á esta capital de la cantidad indispensable de agua para satisfacer las necesidades de su vecindario, »se podrá conseguir de muchos modos, con tal facilidad y economía, que parecerá increible hasta que se vea realizado."

98 Continúa en la misma pág. "Todo método que una vez se adopta, propende á perfeccionarse por grados, y lo mismo sucederá con respecto al sistema que se prefiera para la navegacion del Tajo, si como al parecer es indudable llega á establecerse: pero si la idéa queda sin realizar, siempre será sumamente útil el adelantamiento conseguido en virtud de la reunion de los datos y de las noticias y documentos que en esta Memoria se contienen.» En esto tiene muchísima razon el *Sr. Cabanes*; y aunque en efecto no se ha realizado en los mismos términos y épocas, no obstante, las noticias que contiene dicha Memoria son de mucha importancia; y al ménos han preparado los ánimos para este género de empresas. Con esto habrá ya mas facilidad para establecer el plan que yo propongo; ó si el mio no se realiza por ahora, vendrá un tiempo en que se efectuará indefectiblemente mas ó ménos modificado, segun los progresos de la civilizacion y de los conocimientos hidráulicos.

99 Sigue pág. 56. "Los adversarios del plan (pues nunca falta quien se oponga á todo aquello que ofrece un aspecto grandioso, ó á cuanto se separa por cualquier via de la comun rutina), solo alegan razones vagas, usando de ciertas generalidades, con las cuales no se hallará verdad, por evidente que sea, que no pueda reducirse á problema complicado y obscuro......» Importa mucho el repetir esto, á fin de que todas estas proposiciones, proferidas por un sugeto que tiene acreditado su recto juicio, y sana intencion, y cuyos servicios de todas especies son muy dignos de atenderse, disipen ó estingan el prurito de brillar, exagerando los inconvenientes, sin olvidar que ya el espíritu del siglo no concede aplausos á los paralogismos, ni á la ponderacion de las dificultades, sinó á los que hallan los medios de vencerlas.

100 Otra de las cosas importantes de dicha Memoria, es haberle dado publicidad. Y así, cuando yo proponga á S. M. el plan de ejecucion de todo el contenido de esta obra, sobre lo que mas llamaré su soberana atencion, es acerca de que se hagan públicos todos los dictámenes &c.; porque la experiencia tiene acreditado que muchas personas en secreto han destruido proyectos importantes, y luego en público han echado la culpa á otros, haciendo recaer la animadversion sobre las personas que lo han sostenido.

101 Al fin de la pág. 59 se dice: "para salvar la multitud de presas, que se encuentran á cada paso, y que es justo y conveniente conservar, se adoptará la medida de hacer en cada una de ellas su correspondiente esclusa, con lo que quedará orillado este impedimento sin ocasionar perjuicio á tercero.» Esto es muy arreglado y exacto: y va conforme con todas nuestras idéas espresadas (24).

102 Los documentos, que *Don Francisco Xavier Cabanes* acompaña á su Memoria, todos son de la mayor importancia; y por lo mismo aconsejamos de nuevo su lectura, con particularidad lo que tiene relacion con *Antonelli*; pues este fue un hombre de un mérito singular, y que se anticipó mucho al siglo en que vivió. Nosotros pondrémos aquí únicamente lo mas indispensable para nuestro objeto. Tal es por ejemplo, lo que dice *Antonelli* pág. 8 en el documento n.° 2.° "Cuanto al provecho de llevar por los rios ó por tierra las mercaderías y bastimentos..........se ve claramente que lo que cuesta uno llevarlo por el rio, cuesta seis por tierra."

103 El documento n.° 35 es una carta de *Antonelli* al Sr. Rey Don Felipe II fecha en Aranjuez en 30 de enero de 1582 en la cual dice, pág. 28 "Ayer, despues de medio dia, llegué con el barco á surgir á los molinos de Aranjuez, en donde puse una cruz en memoria que era el 1.er navío que de la mar había llegado allí. La navegacion desde Toledo hasta aquí he hallado muy buena....Partiré luego por Jarama arriba hasta Vaciamadrid en donde entraré en el rio de Madrid." El documento n.° 37 es una carta de *Antonelli* al Secretario de la Guerra *Juan Delgado*, fecha en Madrid á 11 de febrero de 1582, en que da cuenta de su viage desde Aranjuez á Madrid, inserta en la misma pág. 28 del apéndice, y dice: "A. S. M. escribo largo la disposicion que he hallado de navegarse hasta acá....El contento y aplauso que, por todo el camino, han mostrado los pueblos comarcanos á estos rios y en particular los lugares grandes como Talavera, Toledo y Madrid, en venir á ver la novedad de esta navegacion, y saber el fin de ella, es argumento de un gran bien venidero á todos ellos. En Madrid, fuera de á la Real Persona, para otra cosa ninguna no debe de haber salido mas número de gente de la que salió á ver navegar el barco desde la puente de Toledo hasta la Segoviana..... Iré al Pardo con el barco, como ofrecí á S. M. y daré la vuelta para Lisbóa, que será harto mas breve que la venida, que ha sido en el corazon de invierno, y en año de las mayores avenidas y muchas que ha habido tiempo ha; y por camino inusitado y nuevo.» Todo esto, unido á lo que resulta de los demas documentos, manifiesta de un modo que no deja la menor duda, el que *Antonelli* navegó desde Lisbóa hasta Madrid, subiendo por Tajo, Jarama y Manzanares. Mas si por esto quisiéramos deducir que, en en el dia, se podía navegar por estos rios, del mismo modo, formaríamos un juicio precipitado, por las razones que darémos (115).

104 El documento n.° 38, inserto pág. 29, es una carta de *Antonelli* al Sr. Don Felipe II; su fecha en Madrid á 14 de febrero de 1582 en que dice: "Con el postrer ordinario excribí á V. M. mi llegada á

esta Villa, con el barco que de allá trage, Tajo arriba, con el cual partí para el Pardo, y al Molino Quemado aguardé que pasase una borrasca de mal tiempo un dia; y tentando de pasar adelante, hallé el rio tan desparramado y menguado, que hube de volverme á la puente Segoviana; y por no aguardar, á que mengüe mas y sea mas dificultosa la salida de él mañana á la tarde partiré para Toledo y Lisbóa, en el mismo barco con el favor de Dios.» Aquí aparece que *Antonelli*, durante la borrasca no pudo continuar; y cuando pasó la borrasca, ya el rio no tenía la suficiente agua: las dos cosas prueban haber ya, desde aquel parage del Molino Quemado, mayor pendiente de la regular; pues si no hubiera sido por esto, cuando la borrasca, podría haber continuado; y si hubiera tenido ménos pendiente, las aguas estarían mas rebalsadas y podría haber subido.

105 En la misma pág., documento n.º 40 dice *Antonelli* al Sr. Don Felipe II en Madrid á 17 de febrero de 1582 "Este rio ha menguado mucho despues que llegué, y toparé á cada paso con secos, en los cuales hago cavas en la arena para pasar, como en la navegacion de Santaren; y se pasará algun trabajo hasta Vaciamadrid si no llueve...." Todo esto comprueba mi opinion de que este es ya un declive demasiado; pues si no hubiera sido por esta causa, la velocidad hubiera sido menor, y mayor la altura del agua. Muchos de los rios, que yo he visto en Francia, Inglaterra, Bélgica y Holanda, aunque son navegables, y he navegado en ellos, no es por llevar mayor cantidad de agua en un tiempo dado que el rio Manzanares de Madrid por el invierno, sinó porque teniendo este mucho declive ($\frac{1}{600}$ segun la nivelacion de los Coroneles de Ingenieros Don Carlos y Don Fernando de Grunemberg en tiempo de Carlos II.) la velocidad es grande, y poca la altura del agua.

106 El documento n.º 131 inserto pág. 88 es la "*Relacion de la navegacion del Tajo, hecha por Esteban Garibay*, y en él se dice: "Despues que S. M. fué informado por Juan Bautista (*Antonelli*), que esta ribera se podía hacer navegable, vuelto de Portugal á Castilla, hizo proponer esto en las Córtes de Madrid á los Procuradores de los Reinos, para que en utilidad de ellos se hiciese la navegacion. Hubo entre ellos varios pareceres, y los que mas contradecían una cosa tan útil y provechosa como esta, eran los que tenían mayor obligacion de favorecerla, que fueron los Procuradores de Toledo; redundando tan notables beneficios á su ciudad de obra tan escelente.... Los dichos Procuradores de Córtes, conociendo el bien de la dicha navegacion del Tajo y que, acabada esta, sería gran introduccion para que se luciese adelante lo mismo de los otros grandes rios de estos reinos, ofrecieron cien mil ducados para este, y con ellos el dicho *Juan Bautista*

Antonelli, de tal modo trabajó en allanar con diversas trazas las dificultades de las riberas del Tajo, que lo puso medianamente en poco tiempo, de modo que se pudiese navegar: luego, por mandado de S. M. se hicieron en Toledo en el año 1586, cierto número de barcas unas mayores que otras, competentes para esta navegacion.... y como todos los principios sean siempre difíciles, recibieron las barcas mucho daño en la ribera de la ciudad, por no comenzar luego la navegacion por algunos impedimentos, de que no poco gustaba y se reía la gente de ella, hasta..... llegaron en 15 dias con buena ventura á Lisboa; y ántes que llegasen á ella, ya la gente publicaba en Toledo naufragios y desgracias del viage por el odio de esta navegacion, la cual ha sido ya muy buena por la bondad de Dios, autor de todos los bienes...." Esto comprueba cuanto hemos indicado (30).

107 Terminarémos este capítulo, insertando algunos trozos de la *Memoria sobre un nuevo sistema de navegacion interior presentado al Instituto Nacional de Francia* en 1807 por *Don Agustin de Betancourt.* Escrito muy digno de conocerse, no solo porque da una idéa de los varios sistemas de navegacion, sinó porque en él se trata de un invento hecho por este Sabio Español casi al mismo tiempo que se hizo otro análogo en Inglaterra; y segun la decision del Instituto los procedimientos del inventor Ingles son inferiores. La memoria principia de este modo. "Hace mucho tiempo que se ha reconocido que los canales de navegacion, facilitando los transportes, procuraban grandes ventajas á la Agricultura y al comercio. Por esta causa, casi todas las naciones han emprendido, en diferentes épocas, algunas obras de este género; pero hay pocas que se hayan terminado enteramente; ya porque se principiaban con demasiada magnificencia y que hubieran exigido gastos escesivos, ya porque la longitud del tiempo necesario para ejecutarlas, fatigaba ó molestaba la constancia de los que dirijían sucesivamente estas empresas; y que, lo mas frecuentemente no tenían las mismas idéas ni los mismos intereses que sus predecesores. Toda la Europa vió por el ejemplo del canal del Mediodia, principiado y acabado en el reinado de Luis XIV y en el corto espacio de 16 años, de qué influencia puede ser sobre el adelantamiento de estas obras la proteccion y fomento de un Gobierno Sabio, y cuales son las ventajas que pueden procurar, cuando todo se ha previsto, asegurándose al principio de todos los datos. Sin embargo, los Autores de esta grande obra han tenido pocos imitadores....... Hacia mediado el siglo último se principió en España el Canal de Castilla. Tres años despues el *Duque* de *Bridgewater* emprendió en Inglaterra el 1.er Canal de Navegacion que se ha ejecutado en dicho reino, y en ambos se adoptaron las dimensiones

y formas de las obras del canal de mediodia. La empresa del Duque fué mirada en un principio como quimérica por sus compatriotas; pero acostumbrados estos á comparar los intereses de los capitales con los productos y los riesgos, la esperiencia los ilustró bien pronto: ellos multiplicaron los canales con tanta mas rapidez, cuanto se habían aplicado á la investigacion de los medios de vencer las dificultades que se pueden encontrar en su ejecucion, sea por parte del terreno, sea por causa del defecto de abundancia de aguas, de que se podrá disponer para alimentarlos.

»Para evitar los gastos considerables, que exige la construccion de las esclusas en un pais montuoso, así como para evitar las pérdidas de agua y tiempo, *Raynold* imaginó poner los bateles ó barcos en seco, colocarlos sobre carros y elevar estos haciéndoles resbalar sobre planos inclinados. En algunos canales se suben y bajan los barcos encerrándolos en cajas herméticamente cerradas, que se sumergen en pozos llenos de agua. En otros muchos se elevan estos bateles verticalmente con el auxilio de máquinas mas ó ménos complicadas segun las circunstancias locales y el peso que tienen que sostener. El Americano *Fulton*, conociendo todas las ventajas de estos métodos sobre los de las esclusas, y habiendo calculado que se podía reducir aun la dimension de los canales, y disminuir por consiguiente el gasto sin mudar el producto de la navegacion, publicó su obra sobre los canales, en la cual propuso un nuevo modo de construccion para los planos inclinados, poniendo ruedas á los bateles para suprimir los carros de que se sirven en Inglaterra, y presenta despues la descripcion de muchos medios de subir y bajar los bateles verticalmente, empleando el agua como contrapeso, ó sirviéndose de este fluido para dar movimiento á las máquinas. Este ingenioso Autor, y todos los que ántes de él habían procurado economizar los grandes capitales empleados en la construccion de los canales, han adoptado el sistema de los pequeños bateles, á fin de disminuir los terraplenes y desmontes y los gastos considerables que ocasionan la construccion de las obras de arte cuando los bateles deben tener grandes dimensiones; pero proponiéndose reducir las de los canales, todos han tratado de suprimir las esclusas, á causa del gasto de agua que exigirán y de la pérdida del tiempo á que daría lugar el paso sucesivo de los bateles. Reflexionando sobre los medios de obviar estos inconvenientes,....... percibí bien pronto que sumergiendo y retirando sucesivamente un cuerpo, cuyo peso específico fuese igual al del fluido, el efecto sería el mismo, y que subiría y bajaría en el cuenco.......Mis investigaciones han tenido el mas feliz éxito. Voy pues á esponer la solucion del problema en toda su genera-

lidad, ántes de hacer en él las modificaciones convenientes, al caso particular de las esclusas de un solo cuenco; despues describiré el modo de que se puede uno servir del mismo principio para tirar de los bateles sobre planos inclinados; en fin, terminaré por algunas reflexiones sobre las ventajas que la navegacion interior podrá sacar del empléo de este medio.....Pág. 33...yo he visto en el 15.º volúmen del *Repertorio de Artes y Manufacturas*, que se publica en Inglaterra, la copia de una patente concedida el 30 de diciembre de 1800 á *Mr. Lanson Hudleston* para un modo de subir y bajar los bateles en un canal por medio de uno ó de muchos flotadores. Aunque hemos partido del mismo principio, diferimos enteramente sobre el modo de poner el flotador en equilibrio....y pág. 34 concluye: «yo declaro que renuncio á la gloria que puede pertenecer al primero que haya podido tener esta idéa, pues que no puedo manifestar pruebas *impresas* que puedan justificar mi prioridad.» En el informe dado al Instituto sobre esta Memoria en 21 de septiembre de 1807 por *Bossut*, *Monje* y *Prony*, redactado por este, opinan los informantes que todas las idéas son de *Betancourt*, y que los procedimientos de este Sabio Español son mas ventajosos que los de *Mr. Hudleston*; y la clase del Instituto aprobó este informe.

CAPÍTULO III.

Datos y noticias que se tienen de haber sido en otro tiempo navegables ciertos rios de Europa, y particularmente los de España, y deduccion de que en el dia no son navegables nuestros rios por los mismos métodos que lo fueron antiguamente.

108 El contenido de este capítulo es interesante, no solo para resolver la cuestion acerca de los procedimientos que se han de emplear para hacer navegables nuestros rios; sinó porque lo que se diga relativamente á este particular, sirve como de comprobacion para otro hecho mas general, y cuya trascendencia se estiende á objetos de mucha sublimidad.

Por lo espuesto (34 y 35) resulta que habia rios en Francia que no se navegaban en 1779, cuando un siglo ántes se verificaba por ellos la navegacion. Por lo que dice *Taramas*, y hemos insertado (51), aparece que su opinion es, que, pues el Ebro fué navegable en tiempo de los Romanos, lo podrá ser ahora. Lo mismo viene á deducirse de lo que insertamos (88) tomado del proyecto de navegacion del Ebro por los coroneles *Don Juan Aznar y Don Ramon Folgueras*. Y otra inmensidad de gentes, antiguas, modernas, de todos tiempos y de todos

los paises, prevalidas de aquella verdad lógica, de que *del acto á la potencia vale la consecuencia*, quieren establecer, que, pues *consta que varios rios se navegaban en otro tiempo, podrán hacerse navegables por los mismos medios ahora, mayormente cuando hay mas conocimientos, mas recursos científicos* &c. &c.: consecuencia falsa, viciosa é inexacta, pues los declives que tienen dichos rios son tan excesivos, que no es posible hacerse la navegacion fluvial, si antes no se practican las operaciones convenientes. Y contrayéndome al Tajo, debo manifestar, que yo he pasado dicho rio por la barca de Santiago, que está un poco mas arriba de las Azeñas del Sr. Marques de la Conquista; y allí tiene un declive tan grande el rio, qne su velocidad es mucho mayor que la del Jarama, en el parage citado (§ 64 L. 2).

109 Yo, que abundo tanto en la idéa de la facilidad con que se puede conseguir la navegacion interior por nuestros rios, canalizándolos, que juzgo esta operacion la única que se debe adoptar, y que, el tratar de establecer la navegacion interior de España por canales, es mucho mas largo, mas costoso, y si he de decir la verdad, es casi de una imposibilidad absoluta, me creo en la obligacion de hacer ver preliminarmente, que aunque mi sistema va conforme con el de *Antonelli*, sin embargo, los medios de establecer la navegacion en la actualidad, no pueden ser los mismos que los propuestos por *Antonelli*. Los motivos que tengo para esto, se hallan en contacto con otros mas elevados y sublimes de las Ciencias; por lo cual debemos llamar la atencion de nuestros lectores de un modo muy preferente á esta importante cuestion. A cuyo efecto, y como bases para esta discusion, vamos á insertar algunas otras noticias, datos y documentos que hemos podido reunir sobre tan interesante materia.

110 Principiemos por lo que dice *Estrabon* en el libro 3.º de su Geografía; y para mayor claridad, nos referirémos á la traduccion de dicho libro hecha del latin por *Don Juan Lopez*. Pág. 78 dice: «Muchos habitan el Betis, y se navega 1200 estadios hacia arriba, desde el mar hasta Córduba y otros lugares de la parte superior.......Navégase Hispalis arriba hasta 500 estadios en naves grandes de carga, las ciudades superiores hasta Ilipa en naves menores, y de allí á Córduba en esquifes ó barcos de pescador, hechos en nuestro tiempo, porque antiguamente pasaban en canóas; pero no se pueden navegar las partes superiores á Claston.» Segun el *P. Florez* estuvo situada Claston donde hoy Cazlona. Despues continua pág. 82...... «pero no solo sirven los rios para las navegaciones, sinó tambien sus varios esparcimientos que parecen copiosos arroyos donde se navega desde el mar á las ciudades mediterráneas, no solo en pequeños navichuelos, sinó tambien en grandes...»

Pág. 131. «Las desembocaduras del Tajo tienen, pues, casi 20 estadios de latitud y suficiente profundidad, de modo que bien pueden pasearse con naves Miriagogas. Cuando el mar sale de madre, hace el Tajo dos dispersiones en los campos situados sobre sus desembocaduras, de suerte que la tierra se estanca, y es navegable 150 estadios........ Pág. 141.....Tambien el Duero, que corre desde léjas tierras, ademas de pasar por Numancia y otras muchas habitaciones de los Celtíveros y Vacéos. Se puede subir por él en esquifes grandes hasta la distancia de 800 estadios...Pág...143...el Benis, que otros llaman Minio, mayor que los demas de Lusitania, y este tambien es navegable hasta 800 estadios.... Pág. 156" Se valieron de embarcaciones de cuero por las inundaciones, pantanos y lagunas, hasta el tiempo de Bruto: ahora se sirven de algunas canóas ó troncos de árboles escavados.»

En la edicion de Estrabon hecha en Amsterdam año de 1703 se dice que el *Betis se navegaba por espacio de* 700 *estadios hasta mas arriba de Corduba en barcos ó esquifes menores ó de poco porte, no así hasta Sevilla donde dice que llegaban grandes barcos de carga hasta cerca de* 90 *estadios*. Segun *D' Anville* en su *Tratado de las medidas itinerarias antiguas y modernas*, el *estadio itinerario*, que usó Estrabon, y que es la décima parte de la *milla romana*, se debe reputar en 76 toesas, que equivalen á 532 pies españoles.

111 En la obra intitulada *Dominici Marii Nigri Geographiæ Commentaria* en fólio *Basileæ* 1556. Commentaría 3 pág. 23 se dice «Navégase el Betis contra su corriente por espacio de cien mil pasos hasta Sevilla en buques mayores, y de allí hasta Lora en barcos poco menores. Hasta Corduba, que dista del mar ciento cincuenta mil pasos en barcas de rio, y de allí arriba hasta Caztulon (Cazlona) es difícil la navegacion.»

112 La advertencia de *Ambrosio de Morales* acerca del razonamiento que hizo el Maestro *Oliva* al Ayuntamiento de Córdoba, sobre la navegacion del Guadalquivir, es como sigue: "Cuando el Maestro Oliva, mi Señor, volvió de París y de Italia en el año de 1524, halló que en Córdoba se trataba con mucha eficacia el querer navegar el rio Guadalquivir, como se navegaba antiguamente en tiempo de los Romanos, aun ántes que nuestro Redentor naciese, como lo escribe Estrabon en su Geografía. Los Caballeros principales, que mas calor ponían en el negocio, y lo trataban con mas vehemencia, pidieron al Maestro *Oliva* les dijese en su Ayuntamiento, que llaman Cabildo, lo que en esto sentía, y muchas veces en particular le habían oido, teniendo por cierto valdría mucho para persuadirlo á todos. Entónces hizo en el Cabildo el razonamiento, que es como sigue: «*Plinio*, en la

»salida de su obra, hizo honra á su tierra, comparándola la nuestra »en riqueza de suelo; esta riqueza es de tres partes, sierra, llanura y »rio. La sierra da vino, aceite, leña y caza, y frutas y aguas: la »llanura da lanas, carnes y pan en tanta abundancia, que falta gente »y sobra tierra; y el rio, que es la mayor parte de esta riqueza, pu»so Dios por medio de las otras dos para que la que os sobra llevase »á otras gentes y los hiciese participantes en la fuente de los bienes »do vivís; á donde viniesen como á obediencia á pedir socorro de la »vida, y vosotros Señores con mayor conversacion os hiciésedes mayo»res y á mas grandes cosas despertásedes los ánimos: empero la abun»dancia os trajo en olvido la navegacion, la cual pienso terneis en pre»cio y en acuerdo si merced me haceis de atentos oir lo que diré, no »para dar consejo do mucho puedo tomar, sinó para llamaros á él. Los »rios, Señores, son caminos y salidas que la naturaleza hizo al mar; »así que, si la utilidad del mar considerais, entenderéis la de los rios, »que es la misma con ménos ocupar las tierras y dejar mayores anchu»ras descubiertas para la labor de los campos........No hay cosa que mas »haga á los hombres valer, que poderse fácilmente pasar á aquellos lu»gares á do algun provecho pueden recibir, lo cual por beneficio de los »mares se alcanza, que nos dan fácil camino á do quiera que pasar que»remos...... Ciertamente, Señores, si el mar de todas maneras conside»rais, hallaréis en él mas provechos que arenas...... como en estos dias »vimos que hicieron los compañeros de Magallanes, portugues sabio, »y valiente capitan, que por mandado del Emperador partieron al Oci»dente........ y tres años pasados tornaron por Oriente........ é nos trajeron »nuevas que gran cudicia ponen á los ojos, nuevas y señales de ri»quezas y admiracion tan grandes que mucha razon teneis Señores de »aderezar el camino que teneis de ir allá...... agora ya pasó las colum»nas de Hércules el gran poder de nuestros Príncipes y manifestó tier»ras y gentes sin fin, que de nosotros tomaron Religion, leyes y len»gua...... Vosotros, pues, Señores, aparejaos á la gran fortuna de Es»paña que viene; haced vuestro rio navegable y abriréis camino por »donde vais á ser participantes de ella, y por donde venga á vuestras »casas gran prosperidad, de la cual no será Sevilla el puerto como hasta »aquí, si le dais subida á vuestra Ciudad; ejemplo teneis, Señores, en »Francia manifiesto, á donde Ruan, mediana ciudad está diez leguas »del mar en la ribera del Seguana, y París, la mayor de los Cristia»nos treinta leguas mas arriba: es así que los mercaderes han hecho »asiento en Ruan y feria en París, que por ser mas dentro en la tierra »han por mejor comarca; semejante es la postura de Córdova á com»paracion de Sevilla; y si le ayudais con industria, que sola en aques-

» ta tierra os falta ó no se ejercita, semejante será en ventajas de grandeza, porque los mercaderes que agora paran en Sevilla, si fácil hallan la subida para evitar carruages y alcanzar lugar que sea mas dentro en las tierras, vernan á reposar en esta Ciudad, donde darán ejemplo y cudicia de algun ejercicio á los muchos ociosos que la abundancia en ella cria...... y desterrarían el ocio, el cual, si de esta tierra saliese, muy limpia quedaría de vicios...... porque cierta cosa es, Señores, que tales son los comunes pensamientos cuales las ocupaciones, y tales los hechos de los hombres cuales sus comunes pensamientos...... la mercaduría, honesta ocupacion es en aquellos á cuyo órden conviene, y á vosotros Señores, y á vuestras haciendas provechosa, principalmente si facultad le dais de andar por el rio, porque con poca costa llevará los bienes que os sobran á los puertos donde muy caros valen y muchos hay aparejados á comprarlos; así vernía á ser que vuestras rentas se doblasen y vuestros descendientes fuesen siempre mayores; vernía á ser que toda la tierra se descubriese y toda se labrase y gozásedes enteramente del gran beneficio que la natura os hizo, el cual teneis cuasi desierto con temor que los frutos con demasía perezcan; mas si camino tuviesen por do salir, do quiera que sembrásedes, os nacería oro, y do quiera que plantásedes, el fruto seria riqueza. Nápoles y Sicilia, pequeños reinos, mantuvieron grandes Reyes y alcanzaron abundancia de riquezas, porque los mares cercanos les dieron atrevimiento de plantar y sembrar para otras naciones, y aquellos suelos en frutos, no son al de Córdoba comparables, que de muchas gentes sería socorro principalmente en los tiempos que vernan, do requeridos habeis de ser y rogados de los que las islas de Occidente pueblan agora, que los hagais participantes de vuestros bienes que aquella tierra no da. De estas islas han de venir tantos navíos cargados de riquezas, y tantos irán, que pienso que señal han de hacer en las aguas de la mar; vosotros pues, Señores, haced camino por do puedan ir los vuestros á cargarlos de vuestros bienes y descargarlos de los suyos...... y todo lo terneis si teneis la navegacion, y henchiréis de gentes los senos de vuestra ciudad...... Empero menester es, muy magníficos Señores, responder á lo que ninguno me dice y muchos deben sentir que otro tiempo el rio se navegaba, y no con tanto provecho como aquí do he publicado ántes, parece que por falta de él cesó la navegacion; fácil es Señores, la respuesta...... entónces mezquinamente trataban la navegacion con barquillos traidos á remo á fuerza de brazos sin industria y sin provecho. Agora se os amonesta que lo hagais á imitacion de los rios que en Italia, Francia y Flandes se navegan, do las barcas que usan de suelos llanos caben mas de doscien-

»tos carros de peso y pasan sobre ménos que una braza de agua..........
»podeis pues esperar de vuestro rio todos los bienes que dichos tengo,
»si le quitais los atajos de las aguas, estorbos de vuestra prosperidad,
»las presas digo de los molinos que no solamente sin ellas, mas sin pan
»estariades mejor; el cual por eso no os faltaría, porque molinos de
»viento podrían dar abundancia de harina, ó si los vientos no son en
»esta tierra tan vivos y tan constantes que mucha obra hiciesen, el re-
»medio de Sevilla que en atahonas muele bastaria...... cuanto mas Seño-
»res, que la misma navegacion baría que os sirviésedes de las molien-
»das que muy léjos están...... digo que en las presas se hiciesen puer-
»tas que viniendo las barcas se abriesen y pasadas se cerrasen, cuales
»yo en algunos pequeños rios he visto usar, hechas á manera de re-
»jas, cuyas aberturas se cubren con tablas movibles, que por parte de
»do viene el rio se ayuntan; esto sería principio, él mismo daría pro-
»vecho bastante para alcanzar el fin, que sería quitar del todo las pre-
»sas y los estorbos...... brevemente Señores quiero decir que acometiendo
»las dificultades se hallan los remedios...... os suplico, Señores, que como
»sois en merecimiento grandes, lo querais ser en poderío; el cual de la
»mar ha de venir, y Guadalquivir ha de ser el camino; verná de la
»mar si allá va la sobra de vuestra abundancia y traerlo han cudicia
»de los estraños y solicitud de los vuestros...... Vosotros pues muy mag-
»níficos Señores abrid las puertas al poderío, á la grandeza, á la pros-
»peridad de vuestra tierra que con estas mis voces llaman: abridles que
»no hay cerradura tan difícil que buena industria y diligencia no la
»suelten, y tendréis á do vuestros grandes ánimos se apacienten, mate-
»ria de vuestra magnificencia y otras muchas utilidades."

113 *Zurita*, en los Anales de Aragon, impresos en Zaragoza en 1585, edicion en folio Lib. 1, cap. 52, pág. 49 vuelta, dice: "En el mes de marzo de 1133 estando el Emperador en Zaragoza, se halla en memorias antiguas, que mandó echar al agua en el rio Ebro sus galeras y otros navíos que llamaban Buzas...... y segun se conjetura, era para bajar por el rio á la mar y hacer la guerra á los moros de la costa de Poniente...... lo cual será ménos dificultoso de creer á quien hubiese entendido que este rio en lo antiguo, cuando los Romanos fueron señores de la tierra, se navegaba hasta llegar al lugar que ellos llamaban *Varia*; que estaba muy junta de donde despues fué poblada Logroño, lo cual en el suceso del tiempo se ha perdido como otras cosas de no menor utilidad." El mismo *Zurita* en el lib. 4 de la misma obra cap. 20, pág. 246, dice: "El 3 de junio de 1282 se hizo á la vela del puerto de Tortosa, para ir contra los moros á Berbería, tocando ántes en Mahon. No consta el número de buques que llevó, pero debió ser considerable

cuando dice la historia que, llegado á Berbería, repartió su gente en seis compañías, destinando á cada una doscientos caballos y tres mil infantes, que ascienden á diez y nueve mil y doscientos hombres."

114 Ademas, consta en los archivos de Zamora, que el rio Duero se navegaba hasta muy arriba; y se sabe por otra parte que existen anclas en parages muy elevados.

115 Hemos visto (34 y 35) que *Mr. Allemand*, el Maestro *Oliva*, los contemporáneos de *Antonelli* y todos los que le sucedieron hasta nuestros dias, todos suponen que el haber molinos y presas en los rios es un obstáculo á la navegacion; y por lo mismo, á pesar de lo que dice *Antonelli*, en nuestros mismos dias y por personas de conocida ilustracion en esta y otras materias (88), se ha incurrido en estos errores. Ademas, lo que dice el Maestro *Oliva*, de que no habrá molinos para moler el trigo y que sería necesario recurrir á los molinos de viento, es al reves, porque aumentando las presas, hay mas molinos y *moliendas* como dice *Antonelli*; yo que opino por la navegacion fluvial, canalizando nuestros rios, propongo la navegacion de estos haciendo las obras convenientes para canalizarlos, no fundándome en la opinion de si han sido ó no navegables en otro tiempo, y juzgo de la mayor importancia el demostrar y llamar la atencion para deducir, que *por los medios que en otro tiempo fueron navegables nuestros rios, no lo pueden ser en la actualidad, sinó que es preciso canalizarlos, es decir, formar de trecho en trecho presas ó azudes con sus correspondientes esclusas; á fin de que se rebalsen las aguas para disminuir el ímpetu de la corriente.* Por la inspeccion y reconocimiento, que he hecho de nuestros rios, es positivo que no hay restos ni vestigios de ninguna especie de haber sido navegables artificialmente; esto es, rebalsando las aguas por presas ó azudes, dejando boquetes ó esclusas: por otra parte, la pendiente que hoy tienen los rios de España es tan escesiva, que no permite la navegacion natural, de lo cual ya tenemos un hecho práctico en lo que hemos espresado (104); y como por otra parte parece no poderse poner en duda el haberse efectuado dicha navegacion en otro tiempo, se debe inferir, que *despues de la citada época, puede haber sobrevenido algun trastorno en nuestro Globo, que haya originado un cambio ó alteracion en el declive de nuestros rios.* Yo he sido conducido á esta consecuencia por otros datos y hechos, que me han inducido á sospechar la verdadera causa de este trastorno, y la esplicacion de algunos otros fenómenos de la Naturaleza, inesplicables hasta el dia. Teniendo esto conexion con el sistema del mundo, conferencié con el *Marques La-Place* en París; en un principio se estremeció, dando un paso hácia atras, porque esto hacía variar lo esta-

blecido en su *Mecánica-celeste*; pero repuesto algun tanto de la especie de asombro, que le causó esta indicacion, y superando en él mas bien el deséo de investigar la verdad y de que progresen las ciencias, que lo que podría resentirse su amor propio de las variaciones de lo que había sentado en dicha obra, me ofreció que, si yo le daba por escrito mis indagaciones, las tomaría en consideracion, para ver hasta qué punto podían alterar las bases y consecuencias de su *Mecánica-celeste*. Despues murió, ántes que yo pudiese presentarle el escrito que le prometí; y reservando la discusion completa sobre este particular, para la obra que tengo empezada, y que ya he citado (nota del § 64 L. 4), la cual seguirá á la de los *caminos de fierro*, por ahora basta saber que, en el diá, sin atender mas que á lo demostrado (20), y sin entrar en ninguna otra discusion, se deduce que *para establecer la navegacion por nuestros rios, ó que nuestra navegacion fluvial no puede hacerse, sinó canalizando nuestros rios por medio de presas con sus correspondientes esclusas*, y conduciendo en algunos parages los barcos ó á la sirga ó por el vapor; y el modo de ejecutarlo es el objeto del capítulo siguiente.

CAPÍTULO IV.

Mado de canalizar los rios, contrayéndonos principalmente á los de España; complemento de mi nueva construccion de obras hidráulicas, dando á conocer los procedimientos que se deben emplear para ejecutar las que se hacen en los rios, aprovechando los recursos que ofrece la misma naturaleza; y observaciones, advertencias y noticias que pueden ser útiles en la práctica de dichas operaciones.

116 En este capítulo me propongo reunir cuanto en mi concepto es necesario, no solo para completar mi nueva construccion de obras hidráulicas, sinó para llevar á efecto el sistema, nuevo tambien, que tengo escogitado, para establecer la navegacion interior general de España, canalizando nuestros rios. Y para proceder con el órden y claridad convenientes, dividiré su contenido en 3 secciones. En la 1.ª daré á conocer lo que entiendo por *canalizar un rio*; manifestaré el modo de practicar esta operacion; y compararé las ventajas de economía, tanto de dinero como de tiempo, que se obtienen por este procedimiento, comparado con lo que resultaría estableciendo por medio de canales las comunicaciones interiores de la Península. En la 2.ª reuniré cuanto pueda conducir á completar mi sistema de construcciones hidráulicas, espuesto en el libro 4.º, aprovechando las fuerzas y recursos que ofrece la naturaleza. Y en la 3.ª reuniré cuantas observaciones, advertencias y noti-

cias puedan conducir á facilitar la ejecucion práctica sobre tan importante materia.

SECCION PRIMERA.

Canalizacion de los rios.

117 Aunque la palabra *canalizar* no se halla reconocida por el Diccionario de la Real Academia Española, sin embargo, nosotros hemos usado ya diferentes veces la frase de *canalizar un rio*; y ahora vamos á manifestar no solo su significado, sinó el modo de ejecutar las obras que para ello se necesitan. En los Diccionarios Franceses-Españoles y Españoles-Franceses tampoco se halla; pero de hecho está recibida en Francia la palabra *canaliser*, bajo la cual comprenden todas las obras que se hacen en los rios para establecer en ellos la navegacion. Y como en materias que se refieren á la práctica, así como en todas las esperimentales, con que tienen tanta conexion, es en las que mas se necesita ver y tocar, pues cuando la esperiencia da en los ojos, el razonamiento adquiere mas brio para chocar á la inteligencia, en mi viage al mediodia de la Francia, me separé algun tanto de mi ruta para ver algunos rios que estaban *canalizando*, entre ellos el *Doubs* en las inmediaciones de Besanzon. Dicho rio se diferencia mucho de los nuestros; pues tiene tan poco declive, y hace tales codos, tornos y rodéos, que se duda hácia qué lado se dirige la corriente; y aun de esta circunstancia quieren derivar su etimología, de la palabra latina *dubium*, que significa *duda*: pudiéndose asegurar que en ninguno de nuestros rios existe incertidumbre acerca del parage por donde viene la corriente; pues aun en los puntos en que el Guadiana parece estancado, se advierte algun movimiento con un poco de atencion.

118 Comprendo, bajo la espresion ó frase de *canalizar un rio*, *el modo de convertirle ó trasformarle en canal, haciendo uso de cuantos recursos ofrecen las Ciencias, las Artes y la misma Naturaleza*: ó de otro modo, bajo la frase de *canalizar un rio* comprendo *todas las operaciones, que se deben practicar, para disponer la caja, madre ó álveo de un rio, en términos que presente los mismos trámites, trozos, saltos ó tramos que un canal, á fin de que la navegacion se efectúe con facilidad, tanto en direccion de la corriente como en la opuesta, y resulten las mismas ó mayores ventajas y utilidades que han producido los canales hasta el presente.*

119 De aquí resulta, que lo mas esencial *para canalizar un rio*, es *formar de trecho en trecho presas ó azudes con sus correspondientes esclusas para el tránsito de los barcos.* Esta operacion bastará en todos aquellos parages en que las márgenes del rio se hallen suficientemente elevadas, como sucede en muchísimas partes de los nues-

tros, cuyas madres van sumamente encajonadas; pero cuando las márgenes del rio sean bajas, ó la madre tenga demasiado ancho, entónces convendrá elevar las márgenes ó estrechar artificialmente la madre para que resulte solo el ancho necesario, y se aproveche el sitio restante para el cultivo.

120 Supongamos que la caja, madre ó álveo de un rio sea la espresada por *OACEG*. (fig. 130 lám. 11), que la representamos en el caso mas desventajoso, cual es el de tener un declive escesivo, como sucede en muchos parages de nuestros rios, y particularmente en el *Oria*, del que tanto hemos hablado en el cap. 2.° de este libro, y del que tanto se ha de hablar; pues ha de ser el que, unido con el *Ebro*, y canalizados ambos, han de proporcinar en España la union tan deseada y necesaria del Océano con el Mediterráneo. En general, cuando la pendiente es muy grande, como se verifica en dicha figura, y sucede con mucha frecuencia en nuestros rios, la madre va encajonada, en términos que, aunque se rebalsen las aguas, no hay riesgo de que originen inundaciones. Por consiguiente, en este caso no hay mas que formar de trecho en trecho una presa con su correspondiente esclusa, donde y como nos parezca mejor para que, teniendo en consideracion todas las circunstancias locales, resulte mayor número de ventajas en la forma que representamos en dicha figura por *AB*, *CD*, *EF*, *GH*.

121 En los canales, es necesario, segun hemos visto (§ 64 L. 4), que las caidas de todas las esclusas sean iguales; y ademas, conviene que los trámites ó tránsitos del canal tengan dimensiones determinadas con relacion á las de las esclusas &c., porque de otro modo podría suceder que en algunos trámites escasease el agua y no hubiese la suficiente para la navegacion, cuando en otros se hallase en esceso; pero, aunque se tomen cuantas precauciones se quieran, hay circunstancias en que baran los barcos en los canales, como tengo esperimentado por mí mismo en el de Givors y Rive de Gier entre Lion y Saint Etienne, en Francia.

122 En la canalizacion de nuestros rios no hay que temer, por lo regular, falta de aguas; pues casi en todos ellos hay un sobrante muy estraordinario; y así, es indiferente el que las distancias de las esclusas entre sí sean todas iguales ó desiguales, y que unas esclusas sean mas grandes, y de mayor caida que las otras: ventaja de mucha consideracion, pues que entónces podemos colocar las esclusas donde y como nos acomode por otras circunstancias, como son las de que se hallen en la inmediacion de algun establecimiento industrial en que sirva de motor el agua, ó que desde aquel parage se derive alguna acequia para regar, ó que se coloque alguno de los cuatro medios espresados en el libro 6.° para elevar el agua.

123 A esto se reduce la operacion de canalizar un rio, cuando su madre camina encajonada; y si se hace uso del vapor ó de los remos, ó se puede navegar á la vela, ninguna otra cosa hay que hacer. Mas, por lo regular, los remos, que bastan para pequeñas cargas y travesías, son insuficientes para el trasporte en grande; y las velas en muy pocos parages del interior de nuestros rios podrán ser suficientes. El vapor todo lo salva; pero tambien es mas costoso, y exige una masa de conocimientos para su empléo que no son vulgares. Por lo cual, hay que recurrir á que las caballerías conduzcan el barco por medio de una cuerda, que es lo que hemos dicho (18) se llama *tirar á la sirga.* Para este efecto, es indispensable hacer al lado del canal ó del rio un camino, que se llama *camino de sirga.* En nuestros canales, así como en algunos estrangeros, ponen dos caminos de sirga, uno á cada lado; pero solo hay necesidad de uno, como yo he visto en Holanda: lo cual no estorba en manera alguna la navegacion; pues cuando se encuentran dos barcos en direccion opuesta, paran el caballo del uno; y como el barco sigue su movimiento, á causa de la inercia, se afloja la cuerda de que tiraba el caballo que se paró, y el otro barco pasa por encima.

124 La forma de las esclusas, por mi sistema, puede ser cualquiera, y se acomoda muy bien á cuanto existe sobre este particular; pero como yo trato por una parte de evitar cuanto sea de lujo, y por otra deséo que se pueda generalizar su uso, me parece conveniente el presentar en la (fig. 131 lám. 12), una presa con su correspondiente esclusa, eligiendo la forma de esta, que sea igual á las del canal de Manzanares de Madrid para facilitar mas la inteligencia, y el que se generalice y estienda su conocimiento. La construccion de una presa por mi nuevo sistema de construcciones hidráulicas se halla esplicada (§ 141 y sig. L. 4). Las partes de una esclusa, y el tránsito de los barcos por ella, lo hemos dado á conocer (§ 64 de dicho L.); y la construccion de las mismas, por mi sistema, se halla esplicada en el (§ 151) del propio.

125 Sin embargo, me parece que no estará demas el que espliquemos aquí el modo de efectuarse el tránsito por esta esclusa. Supongamos que el barco descienda; esto es, que se halle en *A* y deba pasar á *B.* En este caso se abren los postigos *C*, *C* de las puertas superiores *,

* Los postigos en el canal de Manzanares, así como en la mayor parte de los de todo el mundo, presentan varios inconvenientes, que se han tratado de remediar, haciendo que el agua del tránsito superior pase á la cámara de la esclusa, y de esta al tránsito inferior, ya por conductos laterales, ya por sifones de diversas formas. Hemos visto ejemplos de todos en Bélgica y Holanda; pero aun resultan inconvenientes: los cuales se des-

estando cerradas las puertas C'', C' y tambien sus postigos. El agua, que del trámite ó tránsito superior sale por los postigos, va llenando la cámara ó cuenco de la esclusa hasta que el nivel del agua dentro de dicha cámara se iguala con el del trámite ó tránsito superior *A*. Entónces se cierran los postigos *C*, *C*; y como el nivel del agua dentro de la esclusa es el mismo que el de fuera, las puertas *C* y *C* se pueden abrir sin gran resistencia; y lo efectuarán los escluseros empujando en *H* hacia *M* el brazo de palanca *CH*. Esto lo hacen los hombres en *H*, porque es terreno regular; pero como en el otro lado no hay mas que el muro ó espolon *LK* de la esclusa, es necesario que pongamos un mecanismo cualquiera para que tirando de H' se separe la otra puerta $H'C$; lo cual se puede efectuar por medio de un torno, como se halla establecido en la 1.ª esclusa de dicho canal; pero este no podrá servirnos para cerrar luego la esclusa: por lo que nosotros, en este parage, preferirémos un arco de círculo dentado, que engrane con un piñon, que se mueva por un manubrio, como se indica en la figura.

Abiertas las puertas *C*, *C*, entra el barco en la cámara de la esclusa; y se cierran las espresadas puertas. El cerrar la *HC* no presenta dificultad, por haber terreno firme desde *M* á *H*; y basta empujar en el punto *H* la palanca en la direccion de *M* á *H*. Mas como el punto H' está en el aire, pues cae sobre el rio, es necesario algun otro mecanismo; son varios los que se encontrarán en la práctica; pero el arco de círculo dentado y piñon, que acabamos de espresar, nos servirá, haciendo girar el manubrio en sentido opuesto al que se hizo al abrir. Cerradas las puertas *C*,*C* y con el barco dentro de la esclusa, se abren los postigos C',C' de las puertas inferiores, con lo cual va saliendo el agua de la cámara ó cuenco, baja el nivel en ella, y con él el barco; pues que por la parte superior no puede entrar agua. Llegado el nivel del agua, dentro de la esclusa, al nivel *B* del trámite ó tránsito inferior, se abren las puertas C',C' del mismo modo que las otras, y sale el barco; con lo cual lo tenemos ya en el trámite inferior. Para que el esclusero pueda pasar á donde está el piñon, que engrana en el arco de círculo dentado, se pondrá un puente cualquiera hácia el estremo inferior de la esclusa como en *P*. Para hacer que suba el barco, se abren las puertas C',C'; se introduce el barco en la esclusa, cerrando las mismas puertas con sus postigos. Se abren los postigos *C*,*C* de las puertas superiores, y con el agua que por ellos entra, se va elevando el nivel en la cámara, y va subiendo el barco. Luego que el nivel se

vanecerían, en mi concepto, si á los espresados conductos se les diese la forma de un sifon, en que el tubo, por donde entrasé el agua, fuese mas estrecho que aquel por donde saliese, como representamos por *S* debajo de la (fig. 131).

iguala en la cámara con el del trámite ó tránsito superior, se abren las puertas *C,C* y sale el barco.

126 Yo, por regla general, siempre propondré que el paso de todas las presas lo verifiquen los barcos por medio de esclusas; porque he visto en la Bélgica, que el sistema que se halla establecido en algunos parages, análogo á lo que *Antonelli* llama *carrerones*, perjudica siempre al barco. Sin embargo, podrá haber circunstancias en que sea conveniente; y para no omitir nada que pueda ser útil en la práctica, indicaré que, para el tránsito de los barcos, cuando la caida es de pocos pies, he visto usar con ventaja de un conjunto de listones de unos 4 dedos de ancho, de uno ó dos de grueso y del largo conveniente á la altura de las aguas. Estos, colocados unos al lado de los otros y apoyados tanto en la parte superior como en la inferior contra fuertes maderos, sostienen muy bien las aguas; y para quitarlos, se hace uno por uno sin las dificultades que presenta la *ataguia móvil.* En cuanto al paso del barco hácia abajo, no presenta otro inconveniente que el choque que suele tener el barco en el suelo. Mas el tránsito del barco en direccion opuesta á la de la corriente presenta dos dificultades que vencer. La de la corriente y el salto. En unas ocasiones, se aligera la carga, en otras empléan mas caballos, ó hacen un esfuerzo estraordinario los que llevan el barco &c.; lo cual es siempre engorroso, difícil, y espuesto; por lo que, repetimos, que es preferible en casi todas ocasiones el hacer uso de las esclusas. He visto en algunos rios de Francia, como el *Loire*, el *Ródano*, el *Saône* &c. que para pasar los bancos de arena, tienen los barcos, unidas hácia la proa, unas piezas de madera en forma de alas. Cuando llegan á un banco de arena separan de los costados del buque las espresadas alas, girando al rededor de las charnelas con que están unidas al buque; y de este modo, en virtud de lo espuesto (§ 17 L. 4) hacen que el nivel del agua suba y el barco pueda flotar.

127 Cuando las márgenes del rio no están suficientemente elevadas, y cuando el rio vaya muy desparramado, entónces es indispensable hacer márgenes artificiales; á cuyo efecto, lo 1.° que hay que practicar es, señalar la direccion que se deba dar al rio; pues en los casos espresados, el rio formará diversos tornos ó recodos. Para que nos sirva de ejemplo, tomarémos una localidad efectiva, cual es la representada con el número 13 pág. 59 del atlas, ó tomo de láminas, que acompaña á la *Memoria de la Navegacion del Tajo por Don Francisco Javier Cabanes*, y que representamos por la (fig. 132 lám. 12) á fin de que nuestras reflexiones recaigan en un caso efectivo de nuestros rios. La misma figura manifiesta, que se desperdicia una porcion de

terreno mas que el doble del que ocupan las aguas. Luego si hiciésemos que el rio siguiese la direccion, señalada por *ABCD*, conseguiríamos 1.° acortar la navegacion y reducirla á ménos de la mitad; y 2.° el poder poner en cultivo la mitad ó dos tercios de todo el terreno que ocupa en la actualidad.

128 Pero si esta obra se intentase ejecutar por los medios ordinarios de fábrica de albañilería, el coste sería muy escesivo, y su construccion larga y penosa: resultando, despues de conseguido el objeto, el estar sumamente espuesta á rompimientos; por lo que, hemos hecho muchas observaciones, particularmente en Holanda, y hemos escogitado el medio de hacer estas obras con la economía que exigen imperiosamente nuestras circunstancias, para que se verifique la sentencia de *Mr. Gerstner*, puesta por 2.° tema del 1.er tomo de esta obra; y todo *se reduce á disponer las cosas, de modo que obre en nuestro auxilio la misma naturaleza, valiéndonos del impulso mismo de las aguas para facilitar la construccion de las obras*: lo cual por otra parte proporciona trabajo á las personas pobres en la época en que no le hay.

129 En vez de elevar las márgenes del rio, propone *Antonelli* que se hagan limpias, para proporcionar el fondo correspondiente. Sin embargo del reconocidísimo mérito de *Antonelli*, estamos discordes en este particular; pues yo, en vez de hacer limpias, juzgo mas conveniente y ventajoso el elevar las márgenes; porque de este modo se conserva el agua á mayor altura, y se evita el que se ciegue con tanta facilidad como haciendo las limpias por el método ordinario. Por este sistema de elevar las márgenes lo necesario, se conseguiría poder salvar las cascadas de Cherta, y demas de que hemos hablado (88), sin gastos de consideracion.

130 De todo cuanto acabamos de exponer, resulta, que *para canalizar un rio, no hay mas que establecer presas de trecho en trecho con sus correspondientes esclusas, que rebalsen las aguas, de modo que no presenten velocidad sensible y tengan la profundidad suficiente para la navegacion; elevar las márgenes lo necesario, para que el rio no cambie de curso ni anegue los terrenos inmediatos; y en algunos parages, tanto para proporcionar la competente altura de aguas, como para acortar la navegacion y aprovechar los terrenos, estrechar las márgenes y enderezar el curso del rio*: y sobre el modo de conseguir todo esto nos estenderémos lo necesario en la siguiente seccion. Por lo que, ahora solo nos falta el hacer ver la utilidad y economía que resultará de canalizar nuestros rios, comparando los gastos de esta operacion con los que exigiría la construccion de canales para establecer por ellos la navegacion en España.

131 Las ventajas que proporciona en nuestro territorio la canalizacion de nuestros rios son de mucha consideracion; no solo porque se evita el gasto de abrir la caja ó cajero del canal, sinó porque no hay que comprar el terreno que ha de ocupar tanto el canal como el camino ó los caminos de sirga para la navegacion. Ademas, como nuestros rios van encajonados, y en su fondo hay muchas desigualdades, piedras &c. haciendo las presas de modo que la superficie del agua diste de las piedras ó peñascos mas de lo que calen los barcos, el haber dichas piedras, sinuosidades, y escondrijos es favorable para la cria y multiplicacion de la pesca.

132 En los canales, es preciso que preceda un plan general en anchos, profundidades &c. De lo contrario, resultan inconvenientes. Así es, que en Inglaterra, donde han hecho tantos progresos estas comunicaciones, se advierten sin embargo faltas notables por haberlas construido sin un plan uniforme; y al tratar ahora de establecer las grandes líneas de navegacion, reuniendo varios canales construidos por intereses y motivos particulares, han resultado unos mas angostos que otros y de profundidades diferentes: por lo cual no pueden navegar barcos del mismo porte de un estremo al otro. Ahora tratan de remediar estas faltas, pero es á costa de muchos sacrificios.

En la canalizacion de nuestros rios no hay ningun riesgo de estos que temer; porque siempre resultarán con mas ancho y profundidad de la que materialmente se necesite: y se verificará con frecuencia el que habiendo algunos trechos mas anchos podrán servir de puertos, muelles ó descanso. Las esclusas se podrán hacer mayores en los parages donde haya mas tránsito de buques pequeños, como botes, bateles, gabarras, &c. á fin de que, al pasar un barco de los grandes, puedan caber dos, tres ó mas de estos pequeños. Esto será muy ventajoso para la Industria y Agricultura; pues los establecimientos de esta naturaleza podrán entre sí comunicarse independientemente de la navegacion general. La costumbre, que se tiene de no dejar navegar por los canales, que hoy son susceptibles de ello, sinó á barcos determinados, es sumamente perjudicial. Aun en muchos casos podrá servir de esclusa la madre ó álveo del mismo rio en los parages estrechos. No habrá mas que hacer una presa, que en su medio tenga una puerta como la de una esclusa; y á una cierta distancia por mas abajo, otra en la misma forma. Y llenándola y vaciándola del mismo modo que una esclusa ordinaria, se tendrá conseguido el objeto, con mas economía, y pudiendo transitar mas barcos. Para llenarla y vaciarla mas pronto podrían ser mayores los postigos, y aun se podría disponer de modo que las aguas sobrantes fuesen por conductos diferentes á llenarla.

133 Los gastos de plan preliminar en la canalizacion de los rios casi todos se pueden ahorrar; y es indiferente principiar las obras por cualquiera de los extremos ó por el medio ó por muchos parages á un tiempo: en términos, que si en alguno conviene anticipar la navegacion no hay mas que hacer allí la presa ó las presas necesarias; y luego se enlazan con las anteriores haciendo estas mas altas ó mas bajas, para que se consigan los dos objetos esenciales, á saber: el que se rebalsen las aguas para disminuir la velocidad, y el que estas tengan la profundidad suficiente para que los barcos no tropiezen con las piedras del fondo.

134 Ademas, debe tenerse en consideracion que cuando un canal tiene que atravesar un arroyo, torrente, rio &c., es preciso que lo haga por un puente acueducto, ó siguiendo un rodéo muy grande, para ir por las faldas del espresado arroyo, torrente ó rio, y como esto se presenta con muchísima frecuencia en nuestro territorio, resulta solo bajo este aspecto reducida la longitud de la línea de navegacion por los rios á ménos de la tercera parte que por los canales.

135 La ventaja que proporciona la canalizacion de nuestros rios de poderse trabajar en ellos simultáneamente en muchos parages, y tener un medio de proporcionar ocupacion á los pobres, es de muchísima importancia; y esto tiene un estraordinario influjo en la pública prosperidad, no solo porque se hace la obra con pocos gastos y se empléan todos los jornaleros que no tengan trabajo, sinó que entónces sabiéndose en un distrito que hay ocupacion para todo el que se presente, se evita el pretesto que muchas personas tienen para holgazanear bajo el aspecto de mendigos, encubriendo de este modo una multitud de crímenes á que con esto se da orígen.

136 La canalizacion de nuestros rios ha de producir otra ventaja de muchísima consideracion, cual es *disminuir, evitar ó estinguir casi en su totalidad los tremendos estragos que causan las avenidas.* Para convencernos de ello, basta observar que los daños, que origina el impulso del agua, provienen no solo de la masa de líquido que está en movimiento, sinó de su velocidad. Pero si no existiesen las presas, se verificaría que la velocidad del agua en G (fig. 130 lám. 11) sería debida á la diferencia de nivel entre el punto O y el punto G; que en el caso que representa la figura es mas del tercio de la distancia horizontal entre dichos puntos; y cuando están formadas las presas, la velocidad del agua, al caer desde B á m, se estingue casi totalmente, en términos que la velocidad con que correrá el agua en la direccion de mD, por ejemplo, será $\frac{1}{10}, \frac{1}{20}, \frac{1}{100}$, &c. segun las circunstancias, de la que tendría bajando por el lecho del rio desde O á m; porque al caer

el agua desde B pierde casi toda su velocidad en el choque contra la masa mD y contra el fondo del mismo lecho; luego, en general, los perjuicios de las avenidas en este caso nunca serán tan horrendos. Por otra parte, hallándose en práctica este sistema, en cada presa debe haber establecimientos industriales; por consiguiente, debe haber personas que tengan intervencion en lo relativo á las aguas; y con anticipacion pueden prever las avenidas y dar los competentes avisos para que, si en algunos casos la necesidad lo exige, puedan abrir las compuertas, ó desaguaderos de las presas ó las puertas de las esclusas inferiores para que se desagüen ántes de que venga la fuerza de la avenida: en el concepto de que la esperiencia tiene manifestado que la velocidad de las avenidas, en la mayor parte de los rios, no llega ni con mucho á la velocidad con que se camina en posta.

La *prevision de estas avenidas no es tan difícil como parece.* En efecto, las avenidas, que resultan por lluvias generales muy continuadas son bien fáciles de conocer; pero hay otras muy considerables, que se verifican sin que precedan grandes lluvias generales. Para manifestarlo, observarémos que si en vez de llover simultáneamente en toda la estension de las vertientes á un rio, lo hiciese progresiva y sucesivamente, las avenidas serán mayores ó menores segun la direccion con que se sucedan las lluvias, comparada con la de la corriente. Aclarémos esto con relacion á la misma (fig. 130). Si en todas las vertientes al rio, que espresa dicha figura llueve al mismo tiempo con igualdad, la fuerza de la avenida será proporcional á la cantidad de lluvia que caiga. Pero, *si no llueve con uniformidad en todas las vertientes, ni al mismo tiempo, es posible que una lluvia ménos fuerte cause una avenida mayor, y una lluvia mas fuerte cause una avenida menor.* En efecto, si empieza á llover en la direccion de $GECA$, una lluvia muy considerable causará menor avenida que cuando llueva uniformente en todas partes; porque lloviendo antes en G que en E, cuando las aguas de E hayan llegado á G, ya las de G estarán á mayor distancia y no se acumularán muchas en G. Pero si principiase á llover por A y siguiese lloviendo en C, luego en E y despues en G, podría suceder que una lluvia muy pequeña y de corta duracion causase en G una considerable avenida, si los tiempos de las lluvias en A, C, E, y G fuesen tales, que llegasen á un mismo tiempo á G las aguas que en diversos tiempos cayesen en A, C, E, y las de los arroyos cuyas vertientes viniesen al mismo rio; entónces una lluvia pequeña, pero con estos intervalos, puede causar una considerable avenida, en parages determinados, sin que precedan lluvias generales. Otra causa de avenidas estraordinarias es el deshielo repentino de las nieves, causado por

lluvias ó vientos calientes; y todas estas circunstancias se pueden advertir, y dando los competentes avisos, ántes de que causen estragos en las partes inferiores, hay tiempo para tomar algunas precauciones. Solo el caso de una manga de agua, que caiga repentinamente en un parage, es lo que no se puede prever; pero ademas de que esto es muy raro, sin embargo aun cuando suceda, son menores los estragos cuando el rio está canalizado, por la razon que tenemos dada de disminuir la velocidad. Otra circunstancia que origina inundaciones, son los vientos en direccion opuesta á la corriente, que hacen se rebalsen las aguas; pero este efecto, cuando el rio esté canalizado, solo estenderá su influjo en el trámite comprendido entre dos presas.

137 Como la construccion de las presas, por mi sistema (L. 4), se puede conseguir con tanta economía y solidez, en todos los parages, donde las márgenes del rio se hallan suficientemente elevadas, y que no disten demasiado entre sí, se deberán elevar las presas á fin de disminuir su número. Lo cual, ademas, produce la ventaja de que se conservan las aguas mas altas para la Agricultura é Industria. La presion que ejerce el agua contra las paredes que la contienen, que es tan de temer por el sistema ordinario de construccion, pues exige dar á los muros (§ 63 L. 4) un espesor de la mitad de la altura, y *Belidor* aun se estiende (§ 64 L. 4) á exigir que sea igual con toda la altura de las mayores aguas que se deben sostener, por mi sistema de hacer que la fábrica forma una sola pieza, y teniendo en consideracion lo manifestado (§§ 142 al 148 L. 4), los gruesos de los muros ó paredes, que han de sostener el empuje del agua, resultarán tan pequeños, y por consiguiente la obra se podrá ejecutar con tal economía, que, sin verlo materialmente, no se podrá formar idéa. Yo deséo con ansia el que segun tengo indicado (§ 143 L. 4), se me proporcionen ocasiones de hacer ensayos; y espero obtener tales resultados, que el mundo verá con asombro á cuan cortos gruesos pueden reducirse las presas por mi sistema.

138 Ademas de cuanto hemos espuesto en el cap. 1.° de este libro, conviene insistir aquí algo sobre este particular, para desvanecer una especie de error en que tambien se está comunmente acerca de las presas. La presion, que sostiene una pared ó una presa, por parte del líquido que retiene, depende solo de la superficie comprimida y de la altura del líquido sobre la parte inferior de la pared, pero es independiente de la cantidad de líquido que se rebalsa y sostiene. Así es, que en la (fig. 130), siendo la altura de las presas *AB*, y *GH* la misma, é igual la superficie de la presa, es igual la presion que se ejerce en ambas; y se necesita dar el mismo grueso á la *AB* que á la *GH*, cosa

que acaso repugnará; pues nuestra misma imaginacion parece que nos amenaza con que el peso de toda la gran mole de agua que sostiene la *GH* ha de cooperar mas á romperla, que no á la *AB* la masa tan pequeña de líquido que sostiene: siendo así que la presion en ambas es la misma. Pero aun hay mas: supongamos que *MN* (fig. 133 lám. 11) sea el corte de una vasija compuesta de dos caras laterales muy próximas, iguales enteramente con *GH* en todos sentidos y dimensiones; pues á pesar de que en la vasija, cuyo corte es *MN* habrá una cantidad de líquido sumamente pequeña, deberán tener las paredes de *MN* el mismo grueso que la presa *GH* (fig. 130), y no solo siendo la *Hr* del tamaño que espresa la (fig. 130), sinó aun cuando fuese de muchas leguas y aun el mismo mar.

139 Aunque, por las razones dadas (§§ 43 y 143 L. 4) no debemos por ahora entrar en mas detalles prácticos; juzgamos oportuno llamar la atencion acerca de un punto teórico, de mucha importancia y sobre el cual no se tienen comunmente las idéas tan exactas como es necesario, y cuyas consideraciones pueden aplicarse en general á los resultados que se obtengan en cualquier tiempo acerca de la resistencia de nuestros materiales de construccion. En el (§ 516 Mec) hemos deducido que *el centro de la presion, que un fluido ejerce contra una pared rectangular que le contiene, se halla en la vertical que une los puntos medios de los lados horizontales, á los dos tercios de la altura del líquido contada desde la superficie de este ó al tercio de dicha altura contada esta distancia desde el fondo.* Esto quiere decir, que si la resistencia del plano ó pared, que sostiene el líquido, no es suficiente para resistir á su empuje, al romperse la pared ó muro si es homogéneo, lo hará precisamente por dicho punto de presion, que es por donde pasa la resultante de todas las presiones parciales. Luego, solo con presentar por la parte inferior de la presa un botarel, contrafuerte ó estribo *b*, (fig. 131 lám. 12), la presa recibirá una solidez muy estraordinaria aunque todo lo demas de ella tenga un pequeño grueso.

Colocado el botarel *b*, de modo que resista al empuje de todo el líquido, queda ya reducida la presa á otras dos partes rectangulares; el centro de presion de cada una se hallará en la vertical que pasa por las mitades de los lados horizontales, á los dos tercios de la altura del líquido, contada desde la superficie de este, luego si en *b'*, y *b'* ponemos otros botareles, capaces de resistir la presion parcial de cada mitad de la pared, tendrá esta una resistencia muy estraordinaria, aunque en lo demas sea sumamente delgada. No hay necesidad de que los botareles *b'*, *b'* sean iguales con el principal *b*; mas tampoco deben

hacerse con dimensiones reducidas á la mitad de las del b; y para dar una regla práctica, fácil de poner en ejecucion y que se aproxime al verdadero resultado, las dimensiones de los botareles b', b' deberán ser *las cuatro quintas partes* de las dimensiones del b, y colocando en los parages intermedios b'', $b''b''$, b'' botareles, cuyas dimensiones sean las *cuatro quintas partes* de las de b', aunque todo lo demas de la presa tenga unos gruesos tan pequeños como se deduce de lo espuesto (§§ 142 y 143 L. 4), la presa subsistirá; en virtud de lo cual termino esta seccion, volviendo á repetir, que *si la suerte me proporciona el poner en ejecucion mis idéas sobre tan importante asunto*, *haciendo esperimentos adecuados con nuestros materiales de construccion* (sobre cuyo punto no hemos podido averiguar la existencia del mas mínimo dato, esperimento ni observacion), *arrebatará la admiracion de los presentes y venideros*, *el comparar la grandiosidad de las obras*, *con los pocos gruesos que necesitarán*, *y el poco gasto y tiempo que se empleará en realizarlas*.

SECCION SEGUNDA.

Complemento de nuestro sistema de construcciones hidráulicas, aprovechando las fuerzas y recursos de la naturaleza.

140 Todo cuanto hemos insertado (§ 15 L. 2 y § 72 L. 8) estractado de la obra de *Guglielmini*, tiene aquí la mas necesaria y exacta aplicacion; por lo que se deberá repasar cuanto allí hemos dicho, para proceder á la inteligencia de lo que ahora vamos á manifestar. Al ocuparnos (§§ 331 y 332 L. 6) de la colocacion de nuestra *bomba*, hemos dado á conocer algun tanto el procedimiento, que ahora tratamos de manifestar con mayor estension; y con el fin de hacer ver, que lo que vamos á proponer resulta de observaciones hechas en los parages donde se hallan establecidos dichos procedimientos, vamos ante todas cosas á indicar lo que hemos presenciado en los canales de Holanda.

141 Presentamos en la (fig. 134 lám. 11) el corte ó perfil que tienen por lo regular dichos canales. A, A' representan la superficie del terreno donde se hallan los prados, de que hemos hablado (seccion 2.ª del cap. 3 L. 8). B, B' son una especie de terraplenes que vienen á estar formados por un césped muy unido que hacen las raices de la mimbrera, del sauce &c. Estos árboles no tienen tronco, sinó que á ras de tierra están cortados como se representa en el terraplen B, que se señalan como si se acabasen de cortar. En el terraplen B' representamos las mimbreras en las varas que echan cada año, como en el estado en que fueren á cortarse, y que tienen los diferentes usos que indicarémos (§ 148). C es el camino de sirga. Por lo regular en los canales de aquel pais solo le hay por un lado, como hemos dicho (123);

lo cual es muy económico. Frecuentemente suele pasar un mismo camino de sirga ya de un lado, ya de otro, segun exigen las circunstancias, verificándose este cambio por puentes que hay de trecho en trecho. De aquí no resulta inconveniente al cruzarse los barcos; pues lo que se hace en este caso, es aflojar una de las cuerdas y el otro barco pasa por encima. Los puentes, que hay de trecho en trecho del canal para tránsito de un parage á otro, son de dos especies, ó fijos ó móviles. Cuando el puente es fijo, para pasar el barco por debajo, se desata la cuerda y se dobla el palo si la altura del puente no le permite pasar. El barco sigue su movimiento, en virtud de la velocidad que lleva, y él por sí y sin que tire la caballería, camina por debajo del puente; y luego que lo ha pasado, cogen la cuerda con mucha destreza, y la caballería, que se había parado, vuelve á continuar, sin que haya retraso que merezca considerarse. En el canal, que de Bruselas va á Amberes, que se hizo justamente con nuestro dinero, cuando los Españoles dominaban en aquel pais, lo que comprueba lo espuesto (§ 278 L. 8), los barcos de un trámite del canal no pasan por lo regular á otro, sinó que en cada trámite hay sus barcos, y al llegar al estremo de un trámite trasladan los efectos y pasageros de un barco al otro.

142 Cuando los puentes son movibles, se separan de dos modos: ó gira el puente en el plano horizontal, dejando libre el paso del canal, como se verifica en los que hay dentro de París, sobre el canal de Ouroq, ó se levanta á la manera de puente levadizo lo necesario para el tránsito del barco, segun se ve con frecuencia en Bélgica y Holanda. En ambos sistemas, el mecanismo es muy sencillo; y se reduce por lo regular á un arco de círculo dentado que engrana con un piñon ó con una linterna. En los de Holanda, una muchacha levanta el puente con mucha facilidad; á cuyo efecto, luego que ven venir un barco las personas destinadas á esta operacion, salen de la casa en que están y practican esta maniobra con tal sencillez y prontitud, que no se pierde tiempo. En Amsterdam, Leiden &c. como casi todas las calles tienen canales por medio, hay puentes levadizos con mucha frecuencia; y se hallan tan bien dispuestos y pintados, que sirven de un hermoso adorno en dichas poblaciones.

143 Como los terrenos *A*, *A'* hemos dicho (§ 119 L. 8), que por lo general, tienen diversas zanjas y en varios sentidos, en caso de que haya filtraciones de aguas, quedan estas en las zanjas, para conservar una frescura conveniente en el terreno, verificándose el regadío por filtracion y evaporacion. Y cuando el agua de las zanjas es escesiva, se hace subir al canal por medio de los polders ó pulders; y de este modo se aumentan las aguas para la navegacion. Este tránsito de aguas del

canal á la tierra por la filtracion, y luego, de las zanjas al canal por el puldre, son medios que se auxilian recíprocamente el uno al otro.

144 Disponiendo nuestros rios de este modo, se aprovecharía la inmensidad de terreno, que hay en ellos, cubierto de arena, piedras y maleza, para destinarlo al cultivo. Dichos terrenos forman la parte mas á propósito para la vegetacion; pues como los rios van siempre por las profundidades, hay mas abrigo, y no se siente jamas tanto el frio como en las alturas; y teniendo siempre allí el agua para regar, ya por el método ordinario, ya por la filtracion y evaporizacion, se reune que en dicho parage teníamos siempre *calor y humedad*, que son los dos elementos mas esenciales al cultivo (§§ 24 y 25 Intr. y § 345 L. 8). En cuanto al suelo, se puede formar con pocos gastos, haciendo que reposen allí las aguas turbias de las avenidas; y bien pronto quedarán reducidas las estériles arenas de nuestros rios al terreno mas adecuado para la Agricultura. Es verdad que para conseguir esto, no se puede hacer por esfuerzos aislados é individuales, sinó que para poderse obtener tan inmensos beneficios, es necesario que todos vayan por una mano. Y esta es la razon por que ha llamado muy poderosamente mi atencion el modo de conciliar la ejecucion de todo el contenido de esta obra, de manera que se reuna de cuanto hemos espresado (43). Sobre cuyo punto, no debemos olvidar que, así como *Newton* dijo que la curva, que traza la simple hoja del árbol al caer, está sujeta á las mismas leyes que las órbitas de los planetas, análogamente se verifica, que los cambios de curso de la corriente en un rio, cuantas degraciones y corroimientos originan, todos estos efectos están sometidos á las leyes de la Hidráulica; y si el proyecto de ejecucion se realiza, como propondré, una avenida, que hoy no causa sinó daño por lo regular, podrá servir en un parage para quitar un estorbo; abrir en otro una zanja; para facilitar en diferente sitio que un rio cambie de madre, ó establecer alguna máquina hidráulica; levantar el suelo en otra parte, cubriendo las arenas estériles con limo fertilizante ó tarquines, ó para desensalobrarlos como se ha visto (§ 189 L. 8). De manera, que si se llegasen á realizar en esta parte mis idéas, el momento de las avenidas es una ocasion oportuna de aprovechar inmensos beneficios; y á la manera que *Don José Muso y Valiente* describe (§ 235 L. 8) lo que hacen los Lorquinos, al tiempo de las tempestades, del mismo modo en mi plan, tan luego como principien á crecer los rios, las personas destinadas á la ejecucion del contenido de esta obra, deberán salir de sus casas, y dirigirse, unos al parage donde haya escombros que conducir para removerlos y que la corriente los arrastre; otros á favorecer el que las aguas se introduzcan donde convenga fertilizar el suelo, de-

jando reposar los limos ó tarquines, ó á quitar y llevar consigo el salobre, como sería muy conveniente en la marisma de Sevilla, donde se podrían aprovechar muchas leguas cuadradas de terreno por una operacion de esta naturaleza, que al mismo tiempo que se llevaría consigo el esceso de sales, formaría un suelo fértil, de que allí se carece.

145 Despues de observado por mí mismo en Holanda, que el fondo de lós canales es superior á gran parte de los terrenos por donde transitan, deduje la consecuencia de que no puede haber inconveniente en que podamos conseguir que nuestros rios vayan superiores á los terrenos. Entónces con mas facilidad se podrá proporcionar el regadío á los campos, y motores á los establecimientos industriales, resultando tambien mas pesca, ya por tener mayor profundidad las aguas, ya por tener mayor superficie, que son los dos elementos de que, segun hemos visto (§ 58 L. 1) depende la mayor abundancia de la cria de la pesca.

146 Fijo ya en mi idéa, y de que esto no podría ménos de ser útil, pues en el caso de que las filtraciones fuesen demasiadas, se podría tener el terreno atravesado de zanjas, como hemos espresado (§ 119 L. 8), y el agua de estas podría ir á salir á incorporarse en algun punto inferior en la misma corriente del rio, y aun en un caso estremo se podría sacar por algun puldre ó por alguna bomba de rotacion, que se moviesen por la corriente misma del agua, solo faltaba el examinar los árboles y plantas, adecuadas á nuestro territorio que podrían ser mas útiles; por lo que, despues de haber conferenciado con *Don Antonio Sandalio de Arias*, resultó lo siguiente.

147 Para todas las obras relativas á estrechar los rios, consolidar el terreno que ha de contener las aguas &c., se puede usar de todos los árboles llamados de *ribera* ó de *madera blanca*, que reunan la circunstancia de crecer pronto. Tales son, entre otros, el *álamo blanco*, todos los *chopos*, los *sauces*, y muchas especies de *mimbres ó mimbreras*, que son las mejores para el caso de que hayan de tocar el agua. Estas se plantan de estacas, que casi todas prenden, se multiplican por retoño barbado, se entrelazan entre sí las varas, y echándoles tierra, vuelven á arraigar y retoñar, y tienen la ventaja de ceder á la corriente cuando esta las choca, volviendo á tomar luego su posicion recta, y quedándose entre sus ramas toda la broza de las avenidas, lo cual da nueva consistencia al terreno; las semillas de las mimbreras ó de los sauces, que caen en el suelo, germinan y aumentan las plantas.

148 Las varas sirven para cestas y otros usos de las Artes y Agricultura; sus hojas pueden emplearse los 1.os dias en que se avivan los gusanos de seda, si la morera aun no ha brotado. Las varas de los sauces sirven para los aros de los toneles y hacer el carbon de la pólvora.

Los fresnos son muy convenientes, su madera tiene ademas muchos usos en la Agricultura y en las Artes. Las mimbreras, que se deben poner en la orilla, no deben tener tronco. Los demas sauces, chopos, álamos y fresnos pueden estar mezclados y elevarse formando tronco. Todos estos árboles contribuyen tambien á la salubridad de los terrenos acuáticos.

149 En este caso, en los 1.os años se puede sembrar para prados que se sieguen y que no vayan allí los ganados, porque se comerían el tallar. Las plantas mas adecuadas son las *poas*, las *festucas*, el *vallico*, el *trigo rastrero* ó *laston*, los *alopecuros* (ó cola de zorro), las *ayras*, de las cuales hay una que es acuática, y la *alfalfa*, cuyas raices nabosas entre las otras rastreras penetran mucho y consolidan bien el terreno. Todas estas plantas, en los 1.os años, cuando no está crecido el tallar, y cuando se corta, pueden dar escelentes pastos; en los demas años la sombra impide, pero siempre dan algo, principalmente por las orillas. Todas estas se pueden usar en los terrenos mas débiles y ligeros, y aun en las arenas: en general, todas las plantas que tienen raices cundidoras son buenas para dar consistencia al terreno y la mas adecuada para esto es la grama ordinaria, que sirve tambien para pasto.

150 El órden sucesivo debe ser el siguiente. Se plantan estacas de mimbres en un rio, ribera &c.; prenden desde luego; al año siguiente los tallos son muy débiles y pocos; hasta el 3.er año no tienen la suficiente longitud y resistencia. Entónces se entierran; brotan en la primavera inmediata de haberlos enterrado, si esto se verifica en Otoño; y si á principios de primavera, inmediatamente comienzan á brotar y arraigar. Al 2.° año, estos podrán enterrarse, porque como chupan el jugo de la planta madre, y ademas el que les proporcionan sus propias raices, brotan con mas pujanza que al principio y crecen mas pronto. Luego, se procede progresivamente enterrando cada año los brotes del anterior. La mimbre es árbol de larga vida; y aunque llegue á perecer, la consistencia que ántes dió al terreno, subsiste y no falla; todas las especies del género *sauce* son buenas para dar consistencia al terreno en las inmediaciones del agua. Cuando los árboles no han de estar en contacto inmediato con ella pueden ser de los frutales que mas convengan á las localidades.

151 Tenemos ya recomendado para abrir zanjas, el invento *Ceres de Don Andres Alvarez Guerra*; mas para no omitir nada que pueda conducir al objeto que nos proponemos, no será inoportuno indicar, que hemos visto recomendado en el estrangero para este objeto, bajo el título de *máquina nueva para abrir zanjas y canales*, una especie de armazon de carro con 4 ruedas y una reja de arado para remover la

tierra que despues la elevan diferentes piezas de la máquina; porque esta indicacion podrá sugerir alguna idéa útil en la práctica combinando los medios de que se pueda disponer.

152 Entendido esto, veamos el modo de hacer aplicacion á la (fig. 132 lám. 12). Por lo dicho (127) resulta que si en vez de dejar al rio con los 3 tornos ó recodos *a*, *b*, *c*, pudiéramos conseguir que caminase por el lecho *ABCD*, tendríamos en 1.^er lugar, que la longitud de la corriente por *ABCD* se reducía á ménos de la mitad, lo cual era ventajoso para la navegacion. La velocidad en *BD* caminando por *ABCD* será mayor que cuando caminaba por los tornos; por lo que, si no se trataba de establecer la navegacion, tendríamos en *BD* mayor velocidad para mover alguna máquina hidráulica. Este aumento proviene de que la velocidad en *BD*, es debida, tanto cuando camina con recodos como cuando va en la línea recta, á la que resultaría por la diferencia de nivel entre *A* y *B*, pero disminuida en lo que producen los rozamientos; y como estos son proporcionales á la longitud del camino y á los obstáculos que en él encuentran, resulta que siendo mucho mayor la longitud en el caso de formar recodos, y habiendo tambien entónces mas obstáculos, pues lo general es estar la corriente descuidada, resulta que habrá mas velocidad en *BD* cuando se ha dirigido en línea recta el álveo del rio, que cuando por el curso natural forma recodos.

153 Repetimos que, para establecer la navegacion, conviene disminuir la velocidad represando las aguas, por ejemplo en *BD*; pero en este caso no solo no se pierde fuerza motriz, sinó que se aumenta en beneficio de la Industria y por 2 razones. 1.ª Rebalsada el agua, de modo que la superficie en *BD* esté á nivel con la que tiene el líquido en *AC*, en el estado natural de formar los recodos, se tiene en *BD*, por el lado inferior de la presa una caida igual á la diferencia de nivel entre *AC* y *BD*; y la velocidad ó fuerza que produzca no estará disminuida por el rozamiento contra las paredes del lecho. Luego, para cualquier industria, producirá mas efecto. 2.ª Por otra parte, esta caida proporciona el que se pueda aprovechar la fuerza motriz del agua con ruedas de *por encima* ó de las mias de *sobre-lado*, que producen mas *efecto útil* que las de *por debajo*, únicas que podrían aplicarse en una corriente sin presa. Luego, bajo todos aspectos es sumamente ventajoso el disponer el álveo del rio como acabamos de manifestar.

154 Solo falta efectuar esta operacion sin muchos gastos, y con seguridad de que no se perjudique á los terrenos. En lo que llevamos referido, de lo que se practica en Holanda, y con el conocimiento de las plantas que en nuestro pais pueden emplearse ventajosamente, se tienen las bases que deben servir de norma en todas ocasiones. Y aun-

que prescindiendo de las localidades no se pueden establecer reglas de todo punto generales, nosotros, suponiendo que en el trozo de la (figura 132) no se presenten rocas que exijan operaciones difíciles (pues entónces se empleará el método del L. 4), sinó que solo se halle arena, tierra, y maleza en el parage señalado, vamos á manifestar los procedimientos que se deben emplear por lo regular.

155 En el tiempo de las bajas aguas, se formará una zanja lo mas estrecha posible en mn, $m'n'$, $m''n''$ usando ya del invento *Ceres*, ya de algun medio análogo al de que hemos hablado (151), ó ya simplemente con los instrumentos ordinarios de labranza; y esta zanja se profundizará solo hasta que la solera ó suelo esté como un pie mas bajo que las aguas altas, á fin de que en la época de estas, pase el agua por dichas zanjas. La tierra, que se saque de mn, podrá echarse ó hácia p ó hácia q, ó podrá dejarse al lado de la zanja, para irla echando en ella poco á poco en el invierno, y que el agua se la lleve. La tierra que se saque de $m'n'$, se echará hácia b, ó se dejará al lado de la misma zanja para el mismo efecto que se acaba de indicar. La que se saque de $m''n''$ se podrá echar hácia r ó s ó dejarla á la orilla de la misma zanja para el efecto acabado de espresar.

156 Desde el 1.^{er} año, que se resuelva practicar esta operacion, conviene efectuar el plantío de arbolado en todo el terreno, que ha de formar las márgenes artificiales que señalamos con AB, $A'B'$, CD, $C'D'$. Lo que se practicará en el espacio comprendido entre AB y $A'B'$ plantando estacas de mimbre y de sauce, procurando aumentar mas las mimbreras, sobre todo en la parte que se mete la raiz en el agua, y procurando que algunas, no muchas, estén dentro de ella. Lo mismo se hará por el otro lado en el espacio comprendido entre CD y $C'D'$.

157 En el invierno próximo, resulta que las mimbreras, puestas en la orilla, tocando al agua, causarán algun estorbo al paso de esta, pero no será de mucha consideracion; y si la corriente es fuerte, doblará la vara ó estaca de la mimbrera; pero no la desarraigará. Tan luego como principie á pasar el agua por las zanjas mn, $m'n'$, $m''n''$, se pondrán los trabajadores á remover la tierra del fondo y costados de dichas zanjas, y á echar en ellas la que se sacó al abrirlas, si quedó en las inmediaciones. Para cuya operacion, se hará uso de palas ó de layas, ó de las instrumentos que mas á la mano se tengan y sean mas adecuados segun las circunstancias. En el 1.^{er} invierno, se procederá con toda la actividad posible, á ver si se puede conseguir formar la nueva madre en todo el ancho que ha de tener en los parages mn, $m'n'$, $m''n''$, pero de todas suertes, cualquiera que sea el ancho á que se puedan estender las operaciones del 1.^{er} invierno, lo

que convendrá es que en lo profundo se llegue el fondo del rio en el corte, es decir, que el suelo de la zanja esté á nivel con el del rio, á fin de que en las bajas aguas continúe el agua por dichas zanjas y disminuya la que corra por el antiguo lecho.

158 En el verano inmediato, esto es, durante las bajas aguas, los brotes de las mimbreras, con particularidad los mas próximos á las aguas, se entrelazan entre sí, y se sujetan con tierra, y con estacas de la misma mimbrera, que se plantan de nuevo, y producen dos ventajas, la una la de sujetar las ramas, para que se conviertan en nuevas raices, y la otra el ser ellas nuevas estacas que arraiguen. Durante las bajas aguas podrá continuarse la operacion de remover la tierra de las zanjas, pero será mas conveniente que empléen su trabajo en dicha época los operarios en la plantacion de nuevos árboles, &c. Porque el trabajo de un mismo hombre causará mucho mas efecto en el invierno, pues la gran masa de agua ayuda mucho mas. A la época siguiente de las bajas aguas, habrán disminuido en p, t, u, x, tanto como camine por las zanjas; entónces se volverán á entrelazar los nuevos brotes, y á sujetar por estacas de las mismas mimbreras, y hácia t, u y x se verificará el plantío durante mayor espacio, á fin de que presente mas resistencia el terreno. Pero en estos parages pueden colocarse tambien algunos frutales de los que requieren humedad como el *peral*, *manzano*, *avellano*, y aun el olivo &c.. Todo esto se hace con el objeto de presentar por los parages donde ha ido la madre ó álveo del rio, una resistencia mayor que por los demas parages, y procurando que se entrelace bien la parte construida de nuevo con la parte antigua. Volviendo despues, cuando las altas aguas, á profundizar y ensanchar el nuevo lecho, caja ó álveo, y procurando en las bajas aguas elevar el suelo en t, r, u, x, resultará en pocos años cerrado el paso á las aguas y abierto el nuevo lecho por $ABCD$.

159 Si los espacios z, z' son de arena, deberán trasladarse estas arenas del modo mas económico posible á los parages a, c del antiguo álveo, para que, llenándole y bajando el terreno en z, z', se forme de todo un solo piso casi á nivel, para lo cual podrá servir la *traílla*. Por este procedimiento aparecerá todo el espacio $pazt$ y $ucz'x$ cubierto de arena, pero casi horizontal. Entónces, lo que se hace, es empantanarlo todo artificialmente por medio de alguna compuerta que se construye en parage oportuno, con aguas de las mas turbias de las avenidas; las cuales, despues de evaporadas, dejarán cubierto el terreno de una costra de tierra de mas ó ménos grueso segun lo turbias que estén las aguas con que se encharquen. Mas como la evaporacion es lenta, podría esta operacion acelerarse del modo siguiente. Encharcados dichos

espacios con agua turbia, se verificará que á los dos ó tres dias se precipitarán al fondo las materias sólidas, y el agua que las cubra quedará clara. Si esta se extrae, ya por alguna reguera ó azequia que con este objeto se construya, ó por otro medio mecánico cualquiera, que los mas adecuados podrán ser el *puldre* ó la *bomba de rotacion*, tan pronto como se haya estraido el agua, puede volverse á encharcar con agua turbia y en ménos tiempo se elevará mas el terreno. Este se pondrá en cultivo tan luego como se pueda, principiando por las plantas, arbustos ó árboles que sean mas adecuados á la naturaleza y profundidad del suelo que se tenga y con las hojas de los vejetales; y encharcando de nuevo con aguas turbias, se conseguirá elevar el terreno hasta obtenerle en los términos que convenga. Por el otro lado se harán operaciones análogas, para que ambas márgenes resistan sobre poco mas ó ménos igualmente.

160 Mientras que se está ejecutando el nuevo lecho por mn, $m'n'$, $m''n''$ no debe en manera alguna formarse presa, para que se rebalsen aguas; porque, rebalsadas estas no podrían ya conducir las tierras que resultasen del ensanchamiento de dichas zanjas para formar el nuevo lecho. Pero cuando ya se tenga bien ensanchado el nuevo álveo entónces se podrán formar las presas, donde y como sean necesarias, por el sistema del L. 4 y se tendrán las aguas rebalsadas.

161 En los 1.os años, siempre resultarán aguas en demasía, por causa de las filtraciones en los espacios $pazt$ y $ucz'x$. El modo de disminuirla es, desde que se empiezen á rebalsar las aguas, hacer que estas desde mas arriba vayan cargadas con arcilla ó greda que se les puede echar bien desmenuzada; ó si el álveo pasa por algun banco de ella, bastará con removerla. En este caso, llegando al parage donde se rebalse el agua, se precipitará al fondo y obstruirá los conductos.

162 Por este procedimiento, el fondo de nuestros rios irá elevándose; porque siempre se depositarán las materias que llevan las aguas: y á proporcion se irán elevando las márgenes, sin mas que echar simplemente tierra encima que cubra algunas de las varas de mimbre.

163 Si llegase el caso de que en algunos parages el fondo del rio se llenase de fango, que conviniese quitar, por desprenderse algunos gases ú otras circunstancias, pero no por el objeto solo de profundizar el rio, pues siempre trae mas cuenta el elevar las márgenes, entónces en la inmediacion de la presa, se podrá colocar un conducto como espresarémos (§ 171), á fin de que saliendo por él las aguas turbias, vaya á depositarse este cieno en la forma que se ha dicho (§ 125 L. 8) y pueda luego aprovecharse.

164 En los parages en que haya canteras, que suministren piedra en

lajas, á manera de pizarra, podrá ser mas conveniente y económico en algunas ocasiones el formar tanto las márgenes nuevas del rio como el fondo en algunos parages por el sistema del (L. 4.°); y se podrán ahorrar entónces muchos mas terrenos que se aprovecharán para el cultivo, ya en arbolados &c. segun las circunstancias locales, que son las que siempre deben decidir. Sobre este particular, debo añadir, que por investigaciones propias espero poder realizar en la práctica varias construcciones acuáticas, combinando el sistema del L. 4.° con otros procedimientos aun mas sencillos y económicos. De todas suertes, cuando este sistema se vaya poniendo en ejecucion, bien pronto la esperiencia dará á conocer los medios y detalles que conduzcan en cada parage y circunstancias á la mayor solidez y economía.

165 De todo lo espuesto, aparece que, reconocido un rio por las personas inteligentes destinadas á su canalizacion, y determinado de trecho en trecho lo que hay que hacer, puede operarse en todos los parages de su curso, empleando los jornaleros que no tengan otro trabajo; y en el corto número de años que se necesita para que los arbolitos crezcan y formen el césped correspondiente, se tendrá canalizado un rio, acaso sin mas gastos extraordinarios que los de mantener á los jornaleros pobres. Si los *noventa millones* que lleva gastados el Gobierno en el canal de Castilla, sin haber obtenido aun ventajas notables, se hubieran empleado por este procedimiento en la canalizacion de nuestros rios, ¡cuan diferente sería nuestro estado de opulencia, riqueza y prosperidad!

SECCION TERCERA.

Advertencias, noticias y observaciones acerca de diversos puntos relativos á construcciones en el agua, que pueden ser útiles en la práctica.

166 Nos proponemos, en esta seccion, reunir cuantas advertencias, noticias y procedimientos sean mas dignos de conocerse, para los diversos casos que pueden ocurrir en la práctica de construcciones hidráulicas. Y principiarémos por manifestar lo relativo á la forma *que, en nuestro concepto, deben tener las boqueras de riego en los canales de navegacion y regadío, para que tarden mas tiempo en cegarse, y que las aguas empleadas en regar sean mas fertilizantes, sin perjudicar á los productos de la navegacion.*

167 Tanto por el contenido de todas mis obras, como por lo que espresamente digo (§ 2 L. 6), aparece que no es agradable para mí el hacer impugnaciones de lo que dicen otros Autores, y mucho ménos de los nuestros; porque conviene apagar ó estinguir la especie de prurito, que existe, de hablar mal de nuestras cosas; pero como ciertas

inexactitudes no se pueden rectificar sin espresarlas como ellas son, me veo precisado á insertar lo que se pone en la *Descripcion de los canales imperial de Aragon y Real de Tauste, por el Conde de Sástago*, impresa en Zaragoza en 1796. En la pág. 24, se dice: La longitud de la acequia imperial, segun el proyecto que se ha aprobado, y mandado ejecutar constantemente, deberá ser desde su orígen, esto es, desde el bocal Real, hasta el desagüe en el rio Ebro, por la huerta llamada de la Rosa, territorio de la villa de Sástago, de 32 leguas de 8000 varas. Su profundidad generalmente de 9 pies de París, desde la superficie de las aguas; en la cual tiene 64 pies de latitud, cuyo ancho va disminuyendo hasta el plan ó solera por medio del escarpe correspondiente. Esta latitud es mayor que la del célebre canal del Langüedoc, que solo tiene 60 pies, y lo mismo la altura ó profundidad, en la que el Imperial escede á aquel en 3 pies; de manera, que construidas las almenaras de riego á 5 pies mas arriba de la solera, corren siempre por el canal 4 pies de agua, que es la suficiente para todo riego, y quedan 5, tambien suficientes segun *Mr. de la Lande*, para navegar los barcos de mayor porte; singularidad, que antepone esta obra á cuantas de su naturaleza se encuentran celebradas en las demas naciones."

168 Cuando yo leí esto por 1.ª vez, que fué cuando estudiaba las Matemáticas, quedé sumamente complacido al ver que existía en España un canal de una magnificencia tal, que no había como él ningun otro en el mundo; pero, á proporcion que he ido adquiriendo mas conocimientos, me he ido desengañando; y al examinar ahora con la correspondiente circunspeccion todo este pasage, lo encuentro, en su totalidad y en todas sus circunstancias parciales, muy fuera de su lugar, y capaz de conducir á las idéas mas equivocadas. Se da á entender, que con ser mas ancho y mas profundo que el de Langüedoc, y que esta obra se debe anteponer á otras de las demas naciones, que en esto consiste la verdadera grandeza. Lo que no es así; porque lo que únicamente se hace es deslumbrar.

169 El verdadero punto de vista, para ser buena la obra, era el ser la mas útil, el haber costado poco, y el haber rendido mucho. El tener un ancho desmesurado es su mayor defecto, pues en toda obra nada debe haber inútil. Así es, que cuando estuvo al frente de dicho canal el *Sr. Don Juan Lopez de Peñalver*, Sabio de 1.er órden, no solo en esta materia, sinó en todas los ramos gubernativos y económicos, una de las 1.as disposiciones que tomó, fué reducir en muchos parages el ancho del canal á unos dos tercios, es decir, que solo tuviese unos 40 pies de ancho, que es el suficiente. Se verifica tambien que al mismo tiem-

po, que se trata de presentar ese aspecto aparente de grandiosidad, se omiten las cosas mas esenciales, como son el manifestar el declive del canal. Tampoco se espresa cual es el escarpe, ni el ancho del canal en la solera: y el decir "el escarpe correspondiente" es suponer que por todas partes se le ha dado el mismo, y que será el de 45.° que indican las figuras. Lo cual, en general, da una idéa errónea; pues el escarpe ó talud depende de la naturaleza de las tierras, y el de 45° grados es el mas desventajoso que corresponde, en virtud de lo dicho (§ 173 L. 3), y mas principalmente en aquel terreno, segun las noticias que me suministró el *Excmo. Sr. Don Martin de Garay*, Director que fué del mencionado canal.

170 En la pág. 129, al tratar de las *Precauciones para la conservacion de las obras*, se dice "La limpia anual del canal debe ser tambien uno de los cuidados principales para la conservacion de las obras; pero como es imposible verificarla en toda su estension, por ser de muchas leguas, se deberán preferir los sitios de mas necesidad." Las noticias que yo tengo, son de que el canal, por falta de limpiarse, está casi cegado en la actualidad; lo cual me ha hecho discurrir un medio *económico* de limpiarle, resultando al mismo tiempo ventajas á la Agricultura, sin perjuicio de la navegacion. Esto se consigue dando una forma conveniente á las boqueras ó almenaras de riego. Se reducen mis investigaciones en esta parte á dos puntos: 1.° *á haber discurrido un medio para limpiar el canal sin grandes gastos, valiéndose de las actuales boqueras*; y el 2.° *á manifestar cómo se deberán hacer estas para que el canal no se ciegue*, y al mismo tiempo resulte beneficio á la Agricultura.

171 Para dar á conocer lo correspondiente al 1.er punto, bastará observar, que por lo insertado (168), resulta la boquera 5 pies sobre la solera del canal. Por lo que, el regadío se verificará con agua clara por lo regular; pues el poso estará generalmente en el fondo. En la lámina 15 de dicha obra, que se coloca entre las páginas 66 y 67, se pone la planta y perfil de una de las 15 boqueras de riego, que se hallan construidas en el canal, y es la que nosotros representamos en la (fig. 135 lám. 12). Por la parte de la izquierda, la boquera se halla como está en dicha lámina; y por la derecha, que en dicho plan no se pone nada, se halla la modificacion, que propongo, para que el canal se limpie por sí mismo al regar; y se reduce á colocar delante de la boquera una especie de cajon *mno*, que podrá hacerse con madera, de modo, que la boca llegue hasta muy cerca de la solera del canal y que ni por la parte superior ni por los costados pueda recibir el agua. En esta disposicion, resultará que el agua del fondo será la que

suba y saldrá llena de fango. Este, en la actualidad, para que no perjudique á las tierras, se hará depositar en los términos que hemos espresado (§ 125 L. 8.°) para que no dañe y mas bien sacar provecho. De esto resultará, que el agua del canal se enturbiará; lo cual no perjudica á la navegacion, como verémos despues. En un principio saldrá el fango solo de las inmediaciones de la boquera; y si está muy conglutinado, se removerá con palas ó de cualquiera otro modo; pero haciendo que los barcos, al pasar, lleven una especie de rodillo análogo á los de las (fig. 116 y 117 lám. 4.ª), se irá removiendo el fango, y siempre al regar, saldrá el agua turbia, y ese ménos fango habrá en el canal; y pasando dicha agua por un depósito análogo al que representa la (fig. 118 lám. 8), se conseguirá que el riego produzca buen efecto, y que el fango se deposite y reserve para dar luego provecho.

172 En todos los canales de nueva formacion, se deberán adoptar las boqueras desde luego de fábrica, en la forma que señalamos por *mno* (f.ª 125 l.ª 12), que los constructores podrán realizar de muchos modos, siendo lo mas adecuado valerse de lajas delgadas de piedras que se coloquen de manera que les falte poco para llegar al suelo, aumentando el ancho convenientemente para que salga la debida cantidad de agua, pudiendo ser lo demas del mecanismo lo mismo que hoy existe, ú otros cualesquiera, para abrir y cerrar; pues la novedad solo consiste en hacer que la abertura de la boquera proceda desde el fondo y suba luego por un conducto de cualquier forma á salir á 5 pies de altura de la solera: en cuyo caso se verificará todo, lo mismo que en el dia, sin mas diferencia que salir el agua turbia. En un canal de primitiva formacion, el poso que deje el agua, con tal que no esté mucho tiempo debajo, es beneficioso para las tierras; por lo que, si por medio de alguno de los rodillos que llevasen tras sí los barcos, se tuviese siempre turbia el agua del canal, al salir de la boquera, llevaría el cieno ó fango, que sería bueno para abonar las tierras, y no cegaría el canal. Sería tambien muy conducente que el parage donde se pusiese la boquera se hallase algo inferior á la solera del canal, y que la abertura del conducto estuviese muy cerca de la parte inferior. En este caso el fango se depositará en aquella parte mas baja, y saldría luego por la boquera. En el caso de querer limpiar por este procedimiento un canal que no tenga boqueras, se podrá conseguir por medio del sifon (fig. 123 lám 9), que por lo esplicado (§ 159 L. 8) puede acomodarse á todas las localidades. Por este medio, el canal de Manzanares de Madrid se podría limpiar sin gastos de consideracion, y el fango, que de él se sacase, podría dar consistencia y bonificar todo el vasto terreno que se denomina *prado longo*, convirtiendo en tierras ame-

nas y fructíferas lo que hoy no produce utilidad alguna, y resultando otras muchas ventajas para el abastecimiento y salubridad de esta Capital.

173 Para manifestar si el estar el agua turbia en el canal produce ventaja ó desventaja en el trasporte, resolverémos una cuestion análoga á la del (§ 223 L. 5), en el supuesto de que el agua sea turbia. Para averiguar el peso de un pie cúbico de agua turbia, como resultaría en un canal de esta especie, hice traer un cubo de agua del canal de Manzanares de Madrid con mucho cieno ó fango del mismo canal, y la remití á casa de mi amigo *Don Miguel Piñol*, de quien ya tengo hablado (nota del § 19 L. 7 y § 338 L. 8). Se dejó reposar el tiempo suficiente para que todo el fango quedase en el fondo, y el agua de la superficie permaneciese clara; y le rogué que pesase una cantidad determinada de agua destilada, otra igual cantidad de agua clara de la del canal, que despues removiese muy bien todo el fango del cubo, á fin de que el agua se enturbiase todo lo posible, y que tomase igual cantidad de esta y la pesase. Y habiéndolo verificado, resultó que un *cuartillo ponderal de agua*, que hacía poco tiempo estaba destilada, *pesó* 17 *onzas*, 5 *dracmas y media y medio grano*; lo cual equivale á 17,688368 onzas. El mismo cuartillo de agua clara, de la del canal pesó *una* onza, y media dracma mas, que el de agua destilada. Por lo que, el peso de un cuartillo de agua clara del canal es 18,750868 onzas. El mismo cuartillo de agua del canal, revuelta con la parte posible de sedimento, pesó mas que la clara del espresado canal, *dos onzas* y cinco y media dracmas. Por lo que el cuartillo de la espresada cantidad de agua turbia del canal pesó 21,438368 onzas.

174 De estos datos, y de lo espuesto (§ 263 II C), resulta que el peso específico del agua clara del canal es 1,06007 que es mayor que el del agua del mar (*V.* pág. 391 t. 4.° de las cartas de *Euler* la tabla del *Sr. Peñalver*); lo cual prueba, que el agua del canal de Manzanares está cargada de muchísimas sustancias heterogéneas. Esto no es estraño, porque alimentándose este canal con el agua del rio Manzanares, despues que ha servido para los muchísimos lavaderos de Madrid, que todos están ántes, va cargada cuanto es posible de sustancias heterogéneas, y todas ellas bien poco á propósito para la salubridad. El peso específico del agua turbia del canal de Manzanares resulta ser de 1,212.

175 La medida, usada por *Don Miguel Piñol* con el nombre de *cuartillo ponderal*, *es la capacidad de un cuartillo de vino*; por lo que vamos á determinar el peso del pie cúbico, tanto del agua clara del canal de Manzanares en Madrid, como el del agua turbia ó car-

gada de fango. Para esto, observarémos, que en virtud de lo espuesto por el *Sr. de Peñalver* (pág. 243) del t. 4.º de su *traduccion de las cartas de Euler*, la cabida de la cántara ó arroba de vino es de 1289 pulgadas cúbicas; y la de la azumbre $161\frac{1}{8}$. Y como la mencionada cántara ó arroba contiene 32 cuartillos (§ 36 Ar. de N.), resulta que el *cuartillo ponderal*, de que se valió *Don Miguel Piñol*, contiene 40,28125 pulg.^s cúb.^s Ahora bien, el pie cúbico tiene 1728 pulg.^s cúb.^s; luego si queremos encontrar lo que pesa el pie cúbico de agua clara del canal, no tendrémos mas que formar la siguiente proporcion ó regla de tres 40,28125 (pulg.^s cúb.^s que tiene el cuartillo): 18,750868 onzas (peso del cuartillo de agua clara de dicho canal) : : 1728 (núm. de pulg. cúb. del pie cúbico): al peso del pie cúbico de agua clara del canal; y efectuando la operacion (§ 249 Ar. de N.), resulta 804,3817 onzas, que hacen 50,2738 libras. Del mismo modo se halla que el peso del pie cúbico de agua enfangada ó turbia del mismo canal, es 919,6716 onzas, que hacen 57,4795 libras.

176 Entendido ésto, para determinar si influye ó no en el trasporte el estar el agua clara ó turbia, no hay mas que resolver un ejemplo, análogo al del (§ 27), sin mas diferencia que suponer 50,2738 libras el peso del pie cúbico de agua, en vez de suponerlo de 47 libras; y hallaríamos que la misma caballería podría trasportar al dia 407,2 arrobas. Y suponiendo 57,4795 el peso del pie cúbico de agua, resulta para el mismo trasporte 407,6 arrobas. Estos dos resultados, así como el del párrafo 27 de este mismo libro, todos están conformes, pues la pequeña diferencia en las decimales proviene de las aproximaciones: lo cual se podía desde luego prever; porque, para determinar z, entra como divisor el peso del pie cúbico de agua; y luego para hallar la carga trasportada entra este mismo peso por factor, y se sabe que n este caso (§ 123 Ar. de N.) el valor de la espresion no varía. Luego queda demostrado que *el enturbiar el agua no altera en nada los productos de la navegacion*; y que por el procedimiento de tener turbias las aguas del canal de nueva construccion para el regadío, se consigue que el canal tarde mas tiempo en cegarse y que los riegos sean mas benéficos.

Para que se vea la importancia de lo que proponemos, basta observar que, en la actualidad, se halla pendiente en nuestro Gobierno un proyecto relativo al Ebro, formado, segun dicen, por Sabios Estrangeros del mayor mérito; en él *se reputa en seis millones* el coste de limpiar el canal de Aragon. El gasto de los cajones que yo propongo, para este mismo efecto *podrá reducirse á unos seis duros*; por lo que resulta, que *mi procedimiento es cincuenta mil veces ménos costoso*

que el sistema que hoy rige entre los Ingenieros mas sobresalientes de Europa.

177 En virtud de lo que tenemos estractado (§ 15 L. 2.) de la doctrina de *Guglielmini*, resulta que los rios caminarían en línea recta si no hubiese obstáculos en su curso que de ella los separasen, haciéndoles serpentear. De donde resulta, que si se quitan convenientemente los obstáculos, se podrá con facilidad lograr enderezar el curso de los rios. Sobre cuyo punto, se podrá conseguir que el agua sirva de fuerza motriz, operando como hemos dicho (156).

Cuando haya necesidad *de formar un recodo*, entónces se ha de procurar que, al llegar el agua al recodo, tenga la menor velocidad; lo que se puede conseguir de dos modos, ó profundizando el fondo, ó conteniendo las aguas por una presa ó azud, á fin de que al despeñarse pierdan su velocidad y no puedan perjudicar á la obra que forma el recodo, ya con el ímpetu de la corriente, ya con los maderos ú otras materias que pueden arrastrar las aguas. Se debe ademas ensanchar mucho el álveo del rio en el parage del recodo, á fin de que el impulso de las aguas pierda su fuerza ántes de llegar al parage del recodo. Es decir, que si tenemos un rio *ABC* (fig. 136 lám. 12) que forme en *B* un recodo, ó si la corriente del rio fuese, despues de *B*, la *BM* señalada con puntos, y nos acomodase que desde *B* siguiese la *BC*; para evitar que el choque de las aguas y de las materias que conducen en las avenidas como peñascos, maderas, árboles &c. destruyesen la parte *BC*, ya estuviese construida, ya se tratase de construir de nuevo, bastaría ensanchar el álveo del rio hacia el recodo *B* de un modo cualquiera, pero es preferible que sea en forma curva como representamos con puntos en *DE*, y tambien convendría reducir el fondo en *DB* á que fuese horizontal. De este modo, al llegar las aguas á *D*, principiaban á perder su fuerza, por dos razones, á saber; por tener mucha ménos velocidad y menor profundidad, y por lo mismo no causarían tan gran daño en *BC*, así como tampoco los árboles, maderos, piedras &c. que arrastrase la corriente de las aguas tambien habrían ya perdido su fuerza. Las piedras quedarían en el fondo y servirían de obstáculo ó antemural á *BC*. Las maderas y árboles podría suceder que continuasen por la corriente, pero sin hacer perjuicio á *BC*. Y si antes de llegar al recodo, se formase una presa como en *mn*, sería el modo mas espedito para evitar la destruccion de la parte *BC*; y si esta presa se construyese como representa en perfil la (fig. 137 lám. 12), de modo que las aguas al caer fuesen á una profundidad, cosa fácil por mi sistema, y sin riesgo de otros inconvenientes, era lo mas adecuado para que las aguas perdiesen toda la fuerza de su corriente.

178 Pasemos ahora á un punto de la mayor importancia bajo cualquier aspecto que se considere. Lo dicho (§ 53 L. 1) da á conocer mi decidida opinion acerca de lo importantísimo que es el proteger el derecho de propiedad; y mis idéas en este punto son tan dicididas, que desearía que la propiedad se protegiese hasta el mismo grado que lo está en Inglaterra. Por esta causa, me parece no se deberá considerar mi dictámen como sospechoso, al enunciar, que, *en punto á aguas, aunque vayan por una propiedad particular, y aun cuando las aguas, que pasen por dicha finca, sean propias de la misma persona, por derecho, gracia, concesion, compra, etc., no puede el dueño hacer todo lo que quiera en su propiedad; y que sobre este particular deben prescribirse algunas reglas.*

En efecto, yo reconozco que el dueño de una posesicn debe ser tan absoluto en ella, que sea un sagrado el mas inviolable á que nadie pueda llegar sin su permiso; y que por consiguiente nadie pueda impedirle el que haga en dicha finca todo cuanto le parezca conveniente; pero esto supone siempre, que no ha de perjudicar á tercero. *Y una obra, ya sea tocando al agua, ya en sus inmediaciones, puede perjudicar á sus vecinos, ya estén superiores, ya inferiores, y aun distando entre sí muy considerablemente.* Para demostrarlo, supongamos que *AB* (fig. 138 lám. 12) represente la corriente de un rio, vista en plano, que para mayor sencillez la figurarémos en línea recta, y que *mnpqrs* representa una propiedad particular; veamos en qué casos y circunstancias podrá perjudicar á tercero, ya sea vecino suyo situado inmediatamente ántes ó despues, ó se halle muy distante.

179 Ante todas cosas, el dueño de la posesion no es árbitro de hacer rebalsar las aguas indefinidamente, sinó hasta ciertos límites, como son, por ejemplo, si mas arriba de su posesion hubiese una rueda hidráulica, tal que la superficie de las altas aguas, al salir de ella, sea el punto *c* en el perfil, el propietario de la posesion *mnpqrs* no es dueño de represar las aguas á lo mas, sinó hasta *d*; en términos, que la horizontal tirada por *d* enrase con el punto *c*, y en ninguna ocasion pueda estar superior á *c*; porque, en este caso, la rueda hidráulica, que tiene su desagüe en *c*, quedaría anegada y no podría producir su efecto.

180 Del mismo modo, si las márgenes del rio fuesen bajas, el propietario de la finca *mnpqrs* solo es dueño de represar las aguas hasta el punto de que nunca puedan rebosar por las márgenes superiores; porque de este modo podrían anegarse los campos. Luego queda demostrado que *hay casos en que el propietario de una finca puede causar perjuicios á los propietarios de fincas superiores á la suya.* Veamos ahora en qué casos podrá perjudicar á los propietarios de mas abajo.

181 Si el propietario de la finca hiciese un edificio, cuya base fuese el rectángulo *i*, aunque no toque por lo regular á la superficie de las aguas, en aguas bajas ó aguas medias, *puede sin embargo, perjudicar á los propietarios de mas abajo*. En efecto, supongamos que en aguas altas se ensancha la corriente basta *hi*. El agua, cuya direccion es esta línea, encontrando el obstáculo *i*, se reflejará formando ángulo, que podrá ser diferente del de inclinacion segun las circunstancias; y suponiéndole que sea igual y que se dirija en la direccion *il*, resultará que si el terreno en *l* fuere floxo, el obstáculo *i* haría que las aguas le fuesen corroyendo y socavando, y con el tiempo se llegaría á formar un cierto recodo en *l* con perjuicio del propietario de aquel terreno. Aunque las márgenes en *l* no cedan al impulso *il*, se reflejarán y volverán á la orilla opuesta por ejemplo en *k*, donde podrían causar daño, y procediendo por este órden podrá resultar perjuicio en *f*, en *g*, en *e*, y en general en cualquier punto de ambas orillas mas abajo de la mencionada finca, sin embargo de estar á mucha distancia.

182 De aquí se infiere, que los recodos que hay en los rios, y los daños que estos originan, proceden muchas veces de causas que se pueden conocer. Una obra mal hecha, un conjunto de escombros ó de peñascos y árboles que caigan en el curso de un rio; todas estas son causas que pueden producir socavamiento en la parte inferior. Por lo que debe haber una cierta vigilancia, pero puramente científica y libre de las fórmulas curiales, que vele incesantemente; y que tan luego como advierta por ejemplo, que un peñasco se desprendió, y que pueda causar daño, acuda inmediatamente al remedio sin ninguna dilacion. Tambien puede servir esto para que se aproveche alguna coyuntura favorable, quitando las aglomeraciones de arenas &c.

183 Puesto que por el método, que proponemos, todos los terrenos de los rios se han de poner en cultivo, no será inoportuno comprobar cuanto hemos dicho (144), añadiendo que *Mr. J. Robertson* asegura, que las tierras bajas, que forman las orillas de los rios, son las mejores para criar árboles frutales.

184 De este modo no hay duda que se podrá tener abundancia de fruta, si bien no será tan olorosa, como la criada en otros terrenos. Y como de la manzana se saca una bebida conocida con el nombre de *sidra*, y de la pera se saca otra bebida análoga á la sidra, se tenía un recurso mas. Por otra parte, en Francia he visto conservar las manzanas, que llaman *pommes tapées*, á la manera de los orejones que se hacen con el melocoton; las peras tambien se conservan *tapées*, calentadas en hornos y aplastadas en cajas, de modo que se pueden trasportar al fin del mundo y se tienen nuevos artículos de comercio bien lucrativo.

185 No será inoportuno el que indiquemos la moderna invencion de *barcos á propósito* para subir contra las corrientes. Se inventaron en 1823 en los Estados-Unidos de América por el Coronel *Clarke*. Navegan contra la corriente y remolcan á otros muy cargados. El mecanismo se reduce á echar el áncora á la cabeza de la corriente, que se ha de pasar, y á aquella va unida una cuerda que se prolonga hasta el fin de la corriente. Aquí hay un bote cruzado con una flecha ó saeta, al cual se ponen ruedas con armadía ó remos, de un ancho correspondiente. De la flecha sale un tambor al rededor del cual corre la cuerda y pasa sobre la popa del barco al agua. Se ha esperimentado que el barco camina con la mitad de la velocidad de la corriente y que puede ser remolcado por un barco de vapor. Pasada la corriente, se quitan los referidos aparatos y se le deja marchar libremente.

187 Tambien debemos indicar, que el *modo oblícuo* con que las caballerías tiran á la sirga de los botes y barcos, les hace perder mucha fuerza con riesgo de los animales. En estos últimos tiempos se ha tratado de remediar este inconveniente; pero no siendo de todo punto satisfactorios, en mi concepto, los medios que para esto se proponen, no nos detendrémos sobre este particular; y terminarémos esta seccion, manifestando algunas verdades que la teoría y la esperiencia han dado á conocer, de comun acuerdo, sobre esta importante materia. 1.ª *Estrechando el lecho, madre ó álveo de un rio en un parage determinado, la corriente socava ó corróe el fondo; y esta corrosion ó socavamiento se verifica tanto por la parte superior al parage estrechado, cuanto por la parte inferior, estendiéndose á mayor distancia por la parte superior.* 2.ª *Para conseguir que un rio profundice su lecho, madre ó álveo en una longitud determinada, basta estrechar el mencionado lecho, por intérvalos; de modo que, para reducir un rio, no se necesitan construir obras continuas en toda su estension.* 3.ª *Si un rio tiene demasiado ancho, la corriente no va por su medio, sinó que se dirige hácia las orillas, formando la corrosion una línea curva, cuya concavidad estará en razon inversa de la tenacidad de las materias de la orilla corroida.* 4.ª *Cuando la corriente da contra una orilla ó dique oblícuo, se corróe ó socava el fondo; de donde resulta que en llegando la corrosion á la parte inferior de los conocimientos del dique ó muro, este se desplomará ó hundirá*; y como se verifica el mismo efecto cuando las orillas son de roca, este es el orígen del proverbio de los marineros de rio, de que *las rocas atraen las aguas*; y no es precisamente las rocas, sinó su direccion. 5.ª *Una orilla, que no cede á la corrosion, y es paralela á la direccion del lecho de un rio, puede tambien en un lecho*

que se presente á los sentidos cuanto vamos á manifestar, hemos hecho un profundo estudio de cuantos mapas de la Península hemos podido adquirir: y como segun hemos indicado (77), las montañas y rios no se hallan bien espresadas, despues de la mas seria meditacion, nos hemos resuelto á poner en la (fig. 139 lám. 12) el mapa de España, señalando solo algunas de las principales poblaciones, los rios de mayor consideracion y las cadenas de montañas; ya porque los puntos de vertientes de aguas resultan siempre de la posicion de las cordilleras, ya porque necesitamos presentarlas á los sentidos, para que se comprenda mejor lo que tenemos que manifestar en el libro 10.

188 Con el fin de hacer mas palpable el sistema de comunicacion, que proponemos, en los parages por donde tratamos de establecer la navegacion, darémos una aguadita azulada al lado de la raya negra que indica generalmente el agua en el grabado, con el fin de que se presente con mayor claridad á nuestro espíritu. Así es, que esta línea principal, de navegacion, que une el Océano con el Mediterráneo, es la que se presenta en dicha figura, señalada por la línea azulada en contacto con la negra, que empieza desde el Mediterráneo cerca de *Tortosa*, continúa por *Zaragoza*, pasa luego por el punto de *Otsaurte*, que señalamos con una cruz un poco antes de Tolosa, yendo á desembocar en el Océano por *Orio*.

189 Ya hemos visto, cap. 2.º de este libro desde el (§ 77 al 84), que las dificultades que presenta el punto de vertientes, ya sea por *Otsaurte*, ya por sus inmediaciones, no deben arredrarnos; pero ademas, se debe tener en consideracion que tanto por las *observaciones geológicas*, respecto de aquel parage, hechas por *Don Carlos Lemaur* (69), como por otras que yo tengo hechas en aquellas cercanías, hay una cierta esperanza de que, segun la disposicion que en aquellas inmediaciones tienen las capas de rocas, podrá encontrarse acaso una situacion de tal naturaleza que se pueda pasar el punto de vertientes, aun con mayor sencillez de cuanto se ha espresado, por galería subterránea.

190 Esta union del Océano con el Mediterráneo, por mi sistema de canalizacion de los rios y construccion de obras acuáticas, se presenta en el dia con tal carácter de facilidad y sencillez, que si no hubiera sido por el incidente indicado (84), acaso ya estuvieran vencidas las mayores dificultades, y hubieran podido pasar los barcos desde Orio por el punto de *Otsaurte*, y estar ya en las vertientes al Mediterráneo. Cuando esta línea de navegacion se halle realizada, se tendrá que, para ir nuestros frutos desde Tarragona ó Barcelona á Londres ó al Báltico, se ahorraba todo el rodéo que hay por la parte litoral de nuestra Península, caminando por *Tortosa*, *Alicante*, *Guardamar*, *Cabo de Gata*, *Almería*,

demasiado ancho, atraer la corriente. 6.ª *Los árboles y arbustos, arrastrados por la corriente, producen la division del rio en diferentes brazos.* 7.ª *Los depósitos, que se forman al estremo de los diques oblicuos, ocasionan tambien frecuentemente la division de la corriente.* 8.ª *Las grandes avenidas originan la division del rio en muchos brazos.* 9.ª *Se evitará la division de los rios estrechando su lecho y destruyendo los diques oblicuos.* 10.ª *Los diques, las presas, malecones ó espolones oblicuos á la direccion de la corriente, son viciosos bajo todos aspectos, y deben proscribirse.* 11.ª Por último, á fin de presentar materialmente á los ojos el que *cuando un rio se ensancha, tiene ménos fondo, y viceversa*, presentamos en la (fig. *R* lám. 10) el plano y perfil de un rio segun ha resultado de los sondéos y demas medidas que en él se han practicado. Previos estos conocimientos, se debe esperar que, con los progresos de las Ciencias, con los adelantamientos de las Artes, y con la tendencia del siglo al incremento de la civilizacion, y promover los ramos de utilidad general, se conseguirá bien pronto la propagacion de cuanto en esta importante materia sea conducente para el fomento de nuestra prosperidad.

CAPÍTULO V.

Exámen atento de la posicion física, geológica y topográfica de nuestra Península, para deducir cuales son las líneas principales de comunicacion interior, que conviene mejor establecer, tanto bajo el aspecto económico del dinero y tiempo, cuanto de la facilidad y prontitud de la ejecucion, y de la permanencia y duracion de las obras.

187 Sin entrar aquí en la gran discusion de las comunicaciones generales del Globo, de que nos ocuparémos en la obra que contenga *nuestra nueva construccion de caminos de fierro*, se presenta desde luego á nuestros sentidos, solo por la inspeccion del mapa de la Península, que lo mas interesante á que se puede aspirar, es á *establecer la comunicacion acuática que reuna el Océano con el Mediterráneo lo mas próximo á los Pirinéos*; pues mientras mas cerca se halle á dichos montes, será mayor el ahorro del trasporte; y de lo espuesto en el cap. 2.º de este libro, tambien resulta que esta es la comunicacion mas fácil de ejecutar, uniendo el Océano en Orio con el Mediterráneo en Tortosa, haciendo uso del Oria y del Ebro, canalizando estos dos rios, pasando el punto de vertientes por alguno de los 3 parages indicados (83). Aunque para formar esta idéa, basta echar una ojeada por cualquier mapa de España, sin embargo, deseando nosotros

Motril, *Málaga*, *Gibraltar*, *Tarifa*, *Cádiz*, *San Lucar*, *Cabo de San Vicente*, *Lisbóa*, *Oporto*, *Cabo de Finisterre*, *Coruña*, *Ferrol*, *Cabo Ortegal*, *Cabo de Bares*, *Rivadeo*, *Gijon*, *Rivadesella*, *Suances*, *Santander y Orio*. Esta navegacion resulta lo ménos 7 veces mas larga que la de Orio á Tortosa por el Ebro y Oria canalizados; á lo cual deben agregarse las dificultades que se hallan al pasar todo Cabo, siendo el estrecho de Gibraltar de tal naturaleza, que no se puede pasar (nota del § 335 L. 3) yendo del Mediterráneo al Océano, sin un viento levante decidido; y me consta haber habido ocasiones en que ha permanecido interceptado el paso del mencionado estrecho por espacio de 47 dias en la guerra de la independencia. Luego resulta que esta comunicacion sería de la mayor importancia, pues ahorraría muy considerablemente todo el trasporte de los frutos de Oriente por el Mediterráneo á los mares del Norte de Europa.

191 *Don Carlos Lemaur* opinaba, segun hemos visto (70), que esta comunicacion era la última que se debía emprender; pero era por la idéa equivocada de su tiempo, de hacer la comunicacion por medio de canales; mas como, canalizando dichos rios por mi sistema, se reduce esta gigantesca empresa bajo el aspecto de utilidad, á una empresa ordinaria por parte de la dificultad, esta es la 1.ª de su especie que se debe realizar; pues luego con lo que ella produzca habrá para todo lo demas.

192 Si observamos atentamente la posicion física del rio *Henares* y la del *Jalon*, vemos que sus direcciones, prescindiendo de las sinuosidades de todo rio, forman casi una línea recta; por manera, que estableciendo en el punto de vertientes hácia *Medinaceli* un camino de fierro de mi construccion, si no se hallaba algun punto análogo al de *Otsaurte*, resultaba unida esta línea de comunicacion del Océano al Mediterráneo con la confluencia del Henares y Jarama: y haciendo un camino de fierro de mi construccion desde dicha confluencia hasta Madrid, resultaba ya esta Corte en comunicacion directa con el Océano por *Orio* y con el Mediterráneo por *Tortosa*: comunicacion de la mayor importancia, en la cual nadie ha pensado, al ménos que yo sepa; y por mi sistema no puede ofrecer dificultades considerables. Esta comunicacion es de lo mas interesante que se puede concebir, por la circunstancia de pasar todos los puntos del tránsito por territorio español; lo cual es de una importancia muy considerable; pues hace que este beneficio no se interrumpa en ninguna circunstancia política, ni combinacion diplomática.

193 Para representar en el mapa la posicion de los caminos de fierro, hemos adoptado el poner dos líneas paralelas interrumpidas con

puntos; y ademas se le dará una aguadita encarnada, para que resalten mejor; por lo que la comunicacion de Madrid á la línea de union del Océano por Orio y del Mediterráneo por Tortosa, se indica en la figura, segun acabamos de espresar, por un camino de fierro desde Madrid á la confluencia del *Henares* con *Jarama*; despues sigue comunicacion por agua, segun se representa por la aguadita azulada hasta las inmediaciones de Sigüenza y Medinaceli, donde se ve otro camino de fierro; y luego sigue la aguada azulada por el Jalon hasta entrar en el Ebro un poco mas arriba de Zaragoza.

194 Despues de esta comunicacion de Madrid con los dos mares Océano y Mediterráneo, la que se presenta como de mayor interes, y tambien como de mas fácil conclusion, en ménos tiempo, con ménos gastos y para surtir á Madrid de los artículos mas esenciales de comestibles y de materiales de construccion, es el *unir á Madrid con Castilla por medio del canal de Guadarrama*, de cuya presa tenemos hablado (§ 142 L. 4). En efecto, es preferible el trasportar los frutos de Castilla por el canal principiado y presa llamada de *Guadarrama*; y estando abiertas ya 4 leguas de este canal, solo falta concluir la presa que, por mi nueva construccion de obras hidráulicas, resultará, como ya hemos dicho, mas fácil y económica; y con pocos mas gastos se tenía una línea de comunicacion desde las inmediaciones de Segovia hasta el canal de Manzanares, pasando bien sea por dentro de la Real Casa del Campo ó á su lado: con esto se tenía ya abastecida la capital con los granos de Castilla, reduciéndose el trasporte, por la parte mas corta al cuarto de lo que hoy cuesta quedándonos cortos, y Castilla aseguraba una salida cierta y fija para sus granos, independiente tambien de guerras &c.

195 El incorporar despues esta línea de comunicacion con el Duero y llegar hasta Oporto, es tambien sumamente fácil por un nuevo método segun las noticias que tengo; por lo que Madrid tenía de esta manera otra comunicacion con el Océano, como señalamos en dicha figura por la aguadita azulada correspondiente.

196 Si se llegan á concluir los canales de Castilla y Leon, y se suplen con un camino de fierro de mi invencion las 8 leguas que se han considerado como inaccesibles para que estos canales lleguen al puerto de Suances cerca de Santander, ya fuese todo camino de fierro, ya solo la parte de las crestas de las montañas, y lo demas que se pueda por agua, siguiendo dicha ria de Suances, resultarían completadas todas las idéas por este punto; y uniendo, por medio de un camino de fierro de mi construccion, la parte superior del Ebro hácia Cubillo con el camino de fierro anterior, resultarían mas ventajas, pues había ya otra lí-

nea de comunicacion del Océano por Suances con el Mediterráneo por Tortosa, como señalamos en la espresada figura. Mas si se quitase la cresta de estas montañas, y en su lugar se formase un gran depósito de aguas que se comunicase con el Ebro, con la ria de Suances y con el canal de Castilla, empresa, que, aunque atrevida, no es de las imposibles, traería no solo las ventajas que resultarían de la union de estas tres ramificaciones acuáticas, sinó que podrían resultar las otras de que hablarémos (§§ 82 y 83 L. 10).

197 Continuado el canal de Guadarrama hasta el rio de Manzanares, canalizado este rio hasta que unido al Jarama se incorpora con el Tajo, y hecho este navegable, ya por el sistema contenido en la Memoria de *Don Francisco Javier Cabanes*, ya por el mio, reunía Madrid la circunstancia de tener otra salida al Océano por Lisboa, que aunque pasando por terreno estraño, era tambien sumamente importante.

198 La Córte de Madrid, que hasta ahora se ha considerado como el término de comparacion de la sequedad, aridez y esterilidad; y como el *verbi-gracia* de las dificultades que se presentan, al establecer los riegos y navegacion, es susceptible de llegar á ser el parage mas favorecido de la naturaleza; pues que todos los medios, de que se habla en esta obra, tienen su aplicacion para proporcionar á Madrid aguas, no solo potables, sinó para el regadío de sus cercanías, y de navegacion para todos los puntos espresados, y los que aun nos faltan espresar. Esto proviene de que, como desde el año de 1819 en que me ocupé del importante proyecto de conducir aguas á Madrid, lo que ha llamado mas de preferencia mi atencion es el alivio de esta capital, casi todos mis descubrimientos tienen aplicacion en dicha localidad. Así es, que canalizado el rio Manzanares hasta cerca de su orígen, y formando allí grandes depósitos de agua por mi sistema, servirá no solo para surtir á Madrid de leña, materiales de construccion y otros objetos por la navegacion, sinó que, por los procedimientos de esta obra, suministraría aguas abundantes para el vecindario, para el regadío, para lavaderos y baños públicos, que hiciesen de esta Corte el pais mas ameno y agradable.

199 Aun falta, para completar el sistema de comunicaciones interiores de España, establecer una que pase por un punto muy esencial; y es el de poner en contacto á Madrid directamente con el Guadalquivir y con Alicante ó Guardamar. Esta idéa es tambien fruto de mis investigaciones, pues es de todo punto original; y segun las noticias, que yo he recogido, se puede conseguir, pasando por un punto el mas interesante para conciliar el fomento de todos los ramos de industria, y cooperar del modo mas eficaz á la ejecucion del contenido

de esta obra. Lo cual se consigue enlazando estas comunicaciones con el punto de *Alcaráz.*

200 Desde Alcaráz hasta el Tajo es muy fácil, sencillo y económico el construir un camino de fierro de los de mi invencion. En Alcaráz hay minas de fierro, de cobre y de calamina en abundancia; y allí es la única parte de España donde se hace el laton. Con el laton y la fundicion de fierro, que se puede lograr allí con facilidad, se tienen los dos recursos mas poderosos para los mecanismos que sirven en las artes. Allí hay tambien minas de carbon de piedra, que aunque del género lignites, es sin embargo un recurso de la mayor importancia. Desde Alcaráz á Alicante es muy fácil conseguir la comunicacion por un camino de fierro de los de mi construccion, si en virtud de reconocimientos locales no se hallase mas fácil el canalizar el rio Segura, ó hacer que el camino de fierro siguiese sus vertientes hasta Guardamar; y desde Alcaráz al Guadalquivir se puede establecer la comunicacion, canalizando por mi sistema los rios Guadalmena y Guadalimar. La canalizacion del Guadiana desde Ayamonte hasta los Ojos de dicho rio, no puede presentar dificultades de consideracion por mi sistema, y haciendo un camino de fierro desde los espresados Ojos hasta el camino de fierro que une á Aranjuez con Alcaráz, se completa la parte mas esencial de las comunicaciones interiores de España.

201 De este modo resulta lo siguiente: *Madrid en comunicacion directa con el mar por ocho puntos*, á saber: con el Océano en el mar cantábrico por Orio y por Suances. Con el mismo Océano, ya en el mar atlántico, por Oporto, Lisbóa Ayamonte y San Lucar de Barrameda; y con el Mediterráneo por Alicante ó Guardamar y por Tortosa.

202 En cuanto á los gastos para establecer toda esta línea de navegacion general, como todos los medios que se proponen por mi sistema están adaptados á las localidades, no se podrá formar idéa de la economía y ventajas con que se obtendrá; y aunque corro el riesgo de que se me tenga por *visionario*, ó de que *poetizo*, ó de que trato de *sorprender* y *alucinar*, sin embargo, como si yo no emito mi opinion, no se sabrá, no tengo reparo, *haciendo en esto hasta el sacrificio de aparecer presuntuoso* sin serlo, en asegurar que *todo este sistema de comunicacion interior de España se conseguirá con ménos gastos de lo que se ha empleado solo en los canales de Castilla y Aragon.* En este punto, espero ver realizada una cosa análoga á lo que ya se ha verificado respecto de la *lectura.* Antes de verse los efectos de mi método de leer, no se concibe la posibilidad de sus resultados; visto el efecto, se duda del modo con que se han obtenido tantos adelantamientos; y observando con atencion paso á paso los progresos del niño al

leer, se encuentra todo tan sencillo y natural, que se admira como no se ha ideado ántes una cosa análoga.

203 En cuanto á proporcionar á Madrid pronta salida al Océano, conciliando otras muchas circunstancias ventajosas, debo decir que los gastos no deben arredrar por mi sistema; y para hacer alguna indicacion, nos contraerémos á lo que resulta de la Memoria de *Don Francisco Javier Cabanes*. Por ella se ve que desde Aranjuez á Lisbóa la navegacion está valuada en unos 20 millones, y por mi sistema vendrá á salir á lo mismo poco mas ó ménos. El formar los depósitos de aguas en el orígen del Manzanares, y canalizar este rio, hasta que unido al Jarama entre en Tajo, costará lo mas 15 millones. De manera, que con ménos de 35 millones se tenían satisfechas todas las necesidades de Madrid, ya provengan del abastecimiento de agua para el vecindario, ya del regadío y ya de navegacion hasta el mar.

204 Esto es lo que por ahora debe llamar la atencion para establecer el plan de comunicacion general que necesitamos, y á que podemos y debemos aspirar; y aunque todavía se podrían hacer otras indicaciones parciales, juzgamos prudente no hablar mas por ahora sobre este particular para no distraer del verdadero objeto *. La línea de comunicaciones interiores por agua, como resulta por la inspeccion del mapa, equivaldrá á unas *doce veces* la navegacion del Tajo, como hemos asegurado en el cap. 4. del libro 1.° de esta obra. Y la de los caminos de fierro á *dos*: y si yo tuviese la dicha de ver realizada parte de esta idéa; y de emplear el resto de mis dias cooperando á su ejecucion, hasta disipar al ménos la incertidumbre que hoy puede reinar, descendería al sepulcro con la mayor tranquilidad.

---

* Sin embargo, no podemos prescindir de hacer esta indicacion. Hemos señalado en la figura 139 los rios Nalon y Sella, marcando con puntos entre ellos los principales criaderos de carbon de piedra en Asturias; y desde ahora no podemos ménos de anunciar que un camino de fierro de mi construccion que siguiese las orillas del Nalon ó del Sella, traería mas ventajas para sacar dicho combustible al mar, que todo lo discurrido hasta el presente. Hemos señalado tambien, en dicha figura, la direccion de los rios Orbigo y Esla; porque, si en la línea divisoria de las vertientes á estos rios y á los Nalon y Sella, existiese algun punto semejante al de *Otsaurte*, podría tambien ser muy ventajosa la construccion de un camino de fierro por mi sistema, que facilitase el trasporte de dicho carbon al Duero, y tuviese otra salida por Oporto. En este caso, se tendría el hecho mas concluyente á favor de las comunicaciones acuáticas y de caminos de fierro; pues se vería, con asombro y admiracion, el poderse obtener en Madrid el carbon de piedra de Asturias á mucho ménos precio que hoy cuesta en esta Capital el carbon de leña.

LIBRO DÉCIMO.

Indicaciones generales acerca de los diversos medios, que se deberán emplear, para hacer húmedos los terrenos secos, y promover el descenso de mayor cantidad de rocío, lluvia &c. en España, convirtiéndose naturalmente las provincias secas en húmedas, y las tierras áridas y estériles en frondosas, fértiles, amenas, agradables y fructíferas: demostrando que esto, léjos de perjudicar á la salud, hará que nuestro clima sea mas benigno, sano y provechoso.

1 Al leer el epígrafe de este libro, no estrañaría yo, el que alguno pueda encontrar en él ó exageracion ó charlatanería, y acaso tambien sueño, demencia ó delirio; pues como todos los extremos se tocan, y parece de todo punto imposible el variar una ley de la naturaleza, no deberá estrañarse cualquier ocurrencia por el estilo que acabamos de indicar. Y como si acontece dicha idéa, se leerá con desconfianza, por reputarse que trato de sorprender y alucinar, me parece oportuno principiar, haciendo desvanecer esta especie de estupor ó terror pánico, que se pueda excitar, á fin de que, con absoluta imparcialidad, libres de toda prevencion, y con los sentidos espertos, despejado el entendimien- y no preocupada la voluntad, se pueda discutir y analizar la materia tan debidamente como requiere su importancia. Y así, ruego se suspenda el juicio, hasta que se examinen y pesen mis razones; pues de otro modo, podrá suceder que se conceptúe locura ó estravagancia, el resultado de la mas profunda y seria meditacion, acerca de lo mas intrincado y sublime que hasta el presente han dado á conocer las Ciencias del cálculo, y las de observacion y esperimentales; y que tiene por objeto el promover la felicidad de los Españoles, sin perjuicio de ningun viviente.

2 Principiaré recordando un hecho, que es el que me ha estimulado mas á trabajar continuamente para desenvolver esta idéa, y que juzgo muy adecuado para disipar todo encaprichamiento que se pueda originar. En la péndola de algunos reloges, he visto la siguiente inscrip-

cion: *Natura suis propriis armis victa*, que quiere decir: *La Naturaleza vencida con sus propias armas*; inscripcion que alude á lo siguiente. Para que la péndola de un relox haga cada oscilacion en un tiempo determinado, por ejemplo en un segundo, es necesario que en cada parage del Globo se determine y sea constante la longitud de la varilla; esto es, que la distancia entre el punto de suspension de la péndola, y el centro de gravedad de la lenteja, sea invariable é inmutable, y determinada en cada punto de la Tierra. Pero, existiendo una ley general de la naturaleza, en virtud de la cual, *todos los cuerpos se dilatan con el calor y se encogen con el frio* (§ 413 y sig. II C), resulta, que arreglada la longitud de la péndola en un parage determinado, y en una época conocida, se verifica el que, haciendo mas calor que en dicha época, crecerá la longitud de dicha varilla, y por consiguiente tardará mas tiempo en hacer cada oscilacion (§ 351 II C); y en todas las épocas en que haga mas frio, se encogerá ó acortará la varilla, tardando ménos tiempo en cada oscilacion. Y siendo tan frecuente el tránsito del calor al frio, y del frio al calor, resulta que ni en la duracion de todo un dia, ni acaso en la de una hora, podrá conseguirse que las oscilaciones sean absolutamente iguales como se requiere para la medicion exacta del tiempo. Sin embargo, el hombre, por la sagacidad con que el Ser Supremo le ha dotado, y por el espíritu de investigacion que ha seguido desde que inventó la Análisis Matemática, y aplicó el Álgebra á la Geometría, sustituyendo el espíritu analítico y de observacion, al de disputa, rutina, y empirismo, ha conseguido por medio de una de las mas felices aplicaciones de las Matemáticas, y que se espone (§ 421 II C) *el corregir ó remediar los efectos de la dilatacion con la dilatacion misma*; es decir, que, pues la dilatacion origina la continua variacion de la longitud de la varilla, haciendo el correspondiente uso de la misma dilatacion, por una feliz combinacion de varillas, resulta lograrse el que *sea constante* la distancia entre el punto de suspension de la varilla, y el centro de gravedad de la lenteja. De aquí la oportunidad de la inscripcion; *pues la dilatacion sirve para corregir los efectos, variaciones ó irregularidades que causa la misma dilatacion. Luego tenemos aquí la Naturaleza vencida con sus propias armas.*

3 Habiendo ya un hecho efectivo, en que se han vencido dificultades naturales con las mismas dificultades naturales, nadie se atreverá á negar la posibilidad de conseguir una cosa anóloga en circunstancias parecidas ó semejantes. La dificultad consiste únicamente en acertar los medios de conseguir estos efectos, maravillosos á la verdad. Y como, sin poner los medios, no se puede obtener el objeto apetecido, es de la

mayor importancia cuanto voy á esponer; pues si el fruto de mis investigaciones no es tan satisfactorio como yo desearía, siempre dará márgen á que, personas de mas saber, ó mas afortunadas, ó cuyas meditaciones no se hayan interrumpido con tantos infortunios y tan variadas vicisitudes, como han cargado sobre mí, adelanten mas en la materia.

4 El objeto, que me propongo, es nada ménos que *hacer húmedo el terreno de España, generalmente tan seco*; la causa mas principal de tanta sequedad, es, que el escesivo calor, que por lo general se esperimenta en España, evapora cuanta humedad queda en la tierra; y mi trabajo se dirige á escogitar una combinacion tal, que *ese mismo calor, que hoy causa la sequedad, sea el que origine la humedad*; y si lo consigo, se tendrá otro caso en que *la Naturaleza quedará vencida con sus propias armas.* Y como es de la mayor trascendencia todo lo que contribuye á disipar las prevenciones, que ofuscan las idéas, no será inútil el recordar algunos hechos notables, bien conocidos en el dia, que en un principio se tuvieron por imposibles, y que ahora se reconocen como reales y positivos.

5 El primero, que indicó la causa de los eclipses, fué reputado por visionario en un principio: y sin embargo, es tan conocida en el dia la causa de este fenómeno, que se calculan y predicen con toda la anticipacion que se quiera, y con cuanta exactitud se puede apetecer; de manera, que se puede asegurar, que *no hay verdad mas rigorosamente demostrada*, sin embargo de que no hemos estado en la luna, ni en el sol, cuyas posiciones relativas á la tierra que habitamos, son la causa del espresado fenómeno.

6 En tiempos mas modernos, esto es, no hace todavía dos siglos, que *Galiléo*, por haber anunciado la pesantez del aire atmosférico, sufrió contrariedades y disgustos, cuando esto mismo le debió grangear el aprecio de todos sus semejantes *.

7 Son igualmente notorias las contradicciones que sufrió *Cristobal Colon*, y el desprecio con que se miró su descubrimiento por la mayor parte de los Soberanos de Europa; y despues se ha visto comprobado cuanto anunció aquel grande y célebre hombre.

8 Nuestro Español *Blasco de Garay* fué el 1.° que dió á conocer la fuerza del vapor, aplicándolo á la navegacion: se hicieron los ensayos; y aun despues de verificarse los esperimentos y con buen éxito, sufrió contradicciones, sepultándose en el olvido tan importante descubrimien-

* En el (§ 458 II C) se *inserta el peso* de un pie cúbico de aire atmosférico y se hacen algunas indicaciones que podrán contribuir á ilustrar este punto.

to, hecho por los Españoles 120 años ántes que el *Marques de Worcester*, á quien se atribuye esta invencion en Inglaterra *.

9 Yo desearía, que para evitar una cosa que pueda tener semejanza con estos sucesos, se meditase mucho, ántes de poner en ridículo el pensamiento mas sublime que se puede concebir, cual es el mejorar el clima de nuestro pais, para asegurar la felicidad de sus beneméritos habitantes. Y para disipar cuantas densas nieblas puedan ofuscar los entendimientos, y prevenir la razon, en materia, de suyo tan importante como difícil de desempeñar, juzgamos oportuno el recordar ó presentar bajo un punto de vista, el rumbo que ha seguido el entendimiento humano para poder arrancar á la Naturaleza tantos y tan importantes secretos y arcanos como se le ha obligado á descubrirnos ó revelárnos; pues esto no solo servirá para el caso presente, sinó que abre un vasto campo de investigacion para ulteriores adelantamientos en los ramos pendientes, ó cabos sueltos que resultan en esta obra. Por este motivo, debemos fijar la consideracion en la principal fuente ó verdadero manantial ú origen de donde han dimanado todos los progresos y descubrimientos de las Ciencias modernas. Todos ellos proceden desde la época del nunca bien preconizado invento del *Cálculo Infinitesimal*, que, salvando las distancias tanto infinitamente grandes como infinitamente pequeñas, y no reconociendo límite ni término en sus aplicaciones, es el instrumento, el resorte, el medio que ha dado á conocer por

---

* El descubrimiento de las bombas de vapor es el que, hasta nuestro dias ha producido mas ventajas à todo género de industria; y por lo mismo no es de estrañar el que cada Nacion se esfuerze, á porfía, para apropiarse tan portentoso invento. Los Franceses tratan de atribuírselo à *Salomon de Causs* en 1615; los Italianos á *Brancas* en 1628; y los Ingleses al *Marques de Worcester*, en 1663. Y sin embargo, dicho invento, en virtud de un documento fidedigno, extraido del Archivo de Simancas, y publicado por nuestro eruditísimo *Don Martin Fernandez de Navarrete* en el tomo 1.º de su *Coleccion de los viages y descubrimientos que hicieron por mar los Españoles desde fines del siglo 15 pág. CXXVI*, y en la *Correspondencia astronómica del Baron de Zach año de* 1825, consta que se debe á *Blasco de Garay* en 1543, esto es, 72 años ántes que *Salomon de Causs*, 85 años ántes que *Brancas*, y 120 años ántes que el *Marques de Worcester*. Pero del mismo documento aparece que el Tesorero *Rábago* se declaró enemigo del proyecto; y que despues de hecho el ensayo con el mas feliz suceso, quedó obscurecido este precioso descubrimiento, habiéndose dado motivo con esto, á que el Sabio y benemérito Astrónomo *Mr. Arago*, en el resúmen histórico que publicó sobre las bombas de vapor en el anuario de 1829, despues de insertar y discutir dicho documento, concluya de este modo; «En resúmen, el nuevo documento exhumado por *Mr. Navarrete* debe ser separado: 1.º porque no ha sido impreso ni en 1543 ni mas tarde &c. &c.''

Mas, por numerosas que sean las ventajas que han producido las bombas de vapor, comparadas con las que deban resultar de los descubrimientos contenidos en esta obra, son como una gota de agua respecto de toda la masa del mar; por lo que se debe dirijir este negocio de modo que no se escite ningun encono, análogo al del Tesorero *Rábago*.

resultado general, que *el método analítico es el que se debe seguir en todas las Ciencias de la Naturaleza*; y por consiguiente, habiéndose hecho por este método, por este rumbo, y usando de este poderoso resorte, tantos y tan importantes descubrimientos, que aunque ahora se reconocen como posibles, reales y efectivos, no por eso dejan todavía su carácter de maravillosos, ya no parecerá tan quimérico el objeto que me propongo desenvolver. A pesar de esto, el asunto es grave, la empresa es árdua, y el objeto difícil de conseguir; y si me atrevo á bosquejar esta idéa y á intentar desmontar el terreno, no es por presuncion, ni deséo de singularizarme, sinó por el bien que en mi concepto ha de resultar á los Españoles.

10 Comprende tambien el epígrafe de este libro el dar á conocer el fruto de mis investigaciones para deducir, que *de esta misma humedad, que voy á promover, no pueden resultar inconvenientes á la salud pública*; y ántes por el contrario, que hay motivos para esperar, que se minore ó estinga esa plaga que con el nombre de *ciciones*, *tercianas*, *cuartanas*, *fiebres intermitentes* &c. nos aflige por todas partes, desolando las poblaciones. Atendiendo á ser dos los objetos principales contenidos en este libro, le dividiré en 2 capítulos: en el 1.° trataré de hacer húmedo el terreno de España; y en el 2.° manifestaré que esto, en vez de originar perjuicios á la salud pública, hará mas saludable nuestro territorio.

CAPÍTULO PRIMERO.

Modo de cambiar el clima de España, convirtiendo en húmedo su árido y seco territorio.

11 Nunca se necesita proceder con mas circunspeccion, que al enunciar cosas que se oponen al comun sentir de las gentes, que es precisamente el caso en que nos hallamos. Por este motivo, y con el objeto de evitar el que se precipite el juicio del lector, anticipándose á pronunciar acerca de esta materia, sin el correspondiente exámen, debemos principiar recordando hechos que todos conozcan, y que puedan servir de preliminares, para disipar la especie de asombro que pueda causar esta idéa. El 1.er hecho ó fenómeno, que citarémos, se halla tan al alcance de todos, que apenas habrá persona que no lo haya observado varias veces, y es el siguiente. Cuando uno vé desde léjos una torre, le parece que es *redonda*: y cuando la vé desde mas cerca, le parece *cuadrangular*, ó en general *esquinada*, como lo es efectivamente. Este hecho, ó este fenómeno, que es tan frecuente, y de que puede uno convencerse á cada instante, prueba de un modo incontestable,

que *para decidir acerca de la verdad de los hechos, no basta en algunas ocasiones el simple testimonio de los sentidos*. Por tanto, la reflexion puede dar á conocer, que los sentidos nos presentan á veces las cosas de un modo que no existen á la verdad. Tambien puede comprobar cualquiera el 2.° hecho, que vamos á espresar. Introdúzcase en el agua, y con cierta oblicuidad, parte de un baston, vara ó palo, y aparecerá que la porcion, sumergida en el agua, no se halla á continuacion de la parte que está fuera, sinó que se presenta como tronchado en el parage donde se introduce en el agua; y sin embargo, estamos bien seguros de que el espresado baston, vara ó palo no tiene semejante tronchadura ó torcedura. Luego, ya tenemos otra prueba de que sería precipitado nuestro juicio, si por el aspecto que presenta dentro del agua dicho baston, vara ó palo, intentáramos asegurar que estaba tronchado. Igualmente es bastante general el 3.^er^ hecho, que vamos á citar, reducido á que cuando uno va en un carruage cualquiera ó en un barco, le parece que se mueven los objetos esteriores, y sin embargo es indudable que se hallan efectivamente parados. Elevándonos á consideraciones mas sublimes, podríamos presentar otros muchos y variados ejemplos, hechos ó fenómenos, que comprobarían nuestro aserto; pero los acabados de citar son bastante triviales; y los consideramos suficientes para dar á conocer, que en todas las cosas hay que examinar, si lo que se ve, palpa y observa, es real, ó si solo es aparente, como sucede con frecuencia en el movimiento de los cuerpos celestes.

12 Una cosa semejante ó análoga se presenta en el asunto que nos ocupa. Si preguntamos á un cierto número de personas *cual es la causa de la sequedad que se nota en España*; bien seguro es que la mayor parte dirán que es *porque no llueve*; á pesar de esto, semejante contestacion no es cierta: pues en *España llueve mas ó cae de la atmósfera á la tierra mas cantidad de agua que en gran parte de los paises que se tienen por húmedos*. En efecto, hemos visto (§ 11 L. 1) que la cantidad de lluvia, que cae durante un año en España, es equivalente á una columna de agua de 30 pulgadas de altura; y por la tabla colocada página 395 del tomo 4.° de las *Cartas de Euler*, así como de la nota (§ 11 L. 1), resulta que en Lóndres y París, ciudades que se reputan por muy húmedas, solo llueve en todo el año una cantidad de agua equivalente á una columna de 22,83 pulgadas de altura; luego queda comprobado, por lo que ha dado á conocer la esperiencia, que la causa de la gran sequedad que se advierte en España, no es *el llover ménos que en otras partes*, sinó que debe proceder de otras circunstancias. Y tomando en consideracion cuantas causas

pueden influir en la horrible y espantosa sequedad, que se nota en la Península, echarémos de ver que pueden reducirse á las siguientes: 1.ª que llueve ménos veces en el año, como se ha espresado (§ 10 y nota del § 11 L. 1.º y § 35 L. 8), pues hay ocasiones en que está lloviendo de seguido muchos dias y aun meses, notándose á continuacion intérvalos muy considerables de tiempo de sequía ó en que nada llueve; 2.ª que se introduce poca cantidad de agua dentro de la tierra, y por consiguiente que penetra muy poca en su interior; 3.ª que hay pocos manantiales, lo cual es consecuencia necesaria de la precedente, como se ha espresado (§ 12 L. 1); 4.ª de la falta de arbolado ya indicada (§ 245 L. 8), que es el vehículo que establece (nota del § 17...1.ª Intr.) el paso de la humedad de la tierra al aire de la atmósfera; y 5.ª el que estando generalmente el territorio de España á mucha altura sobre el nivel del mar, pues hemos espresado (§ 16 L. 8) que las capas de la atmósfera son mas secas á proporcion que se hallan mas elevadas sobre la superficie de la tierra, cae ménos relente, rocío, sereno, &c. que en los paises reputados por húmedos. Luego, si logramos que disminuyan todas ó las mas de estas causas, conseguirémos indudablemente nuestro objeto; y miéntras mayor sea la diminucion, que en ellas logremos, tanto mayor será el grado de humedad que proporcionarémos á nuestro territorio; pues todas estas circunstancias, ya solas, ya combinadas, son las que producen la humedad en un pais; pero como los medios de promover ó aumentar el número de épocas en que llueve, y el acrecentar el rocío, relente &c. vienen á ser los mismos, pues bajo cierto aspecto, el relente ó rocío no es otra cosa (§ 393 L. 3) que una lluvia sutil é imperceptible, que solo se deja sentir por sus efectos, resulta que para proceder con órden en estas investigaciones, debemos dividir y dividirémos en efecto este capítulo en 2 secciones. En la 1.ª examinarémos las causas que influyen en que se introduzca ménos cantidad de agua en la tierra, y propondrémos los medios para aumentar naturalmente los manantiales; y en la 2.ª manifestarémos que, poniéndose en ejecucion el contenido de esta obra, se aumentará muy considerablemente en España la lluvia, rocío y relente; y se hará mas constante y benigno su clima, convirtiéndose sus tierras áridas y estériles, en fértiles, frondosas, amenas, agradables y fructíferas.

SECCION PRIMERA.

Exámen de las causas que influyen, para que en España se introduzca en la tierra ménos cantidad de agua que en otros paises; y medios que se deberán emplear para que se aumenten naturalmente los manantiales.

13 En el (§ 13 L. 1) reputé que "de toda la cantidad de agua de

lluvia, que cae sobre el territorio español de la Península, la que irá al mar será como *las tres décimas partes*, y en este supuesto, verifiqué todos los cálculos de aquel libro. Repetidas veces tengo espresado, que en todas ocasiones he procurado mas bien quedarme corto, para evitar el que se reputen por exagerados mis asertos; y por lo que voy á manifestar, quedará comprobada esta verdad en el caso presente. En efecto, allí tomé por base el cómputo de *Mr. Dupin*, por el cual juzgaba este Sabio, que la cantidad de aguas pluviales que llegaba al mar, en Francia, podía valuarse en un tercio de la que llovía; y atendiendo á que la evaporacion en España es mayor que en Francia, la reputé solo en $\frac{3}{10}$, que es menor que un tercio. Entónces no quise indicar una causa, por la cual en España debe ser mayor, comparativamente que en Francia, la relacion de la cantidad de agua que llega al mar, comparada con la cantidad total de lluvia, que caía durante el año, por dos razones: 1.ª porque, como mi objeto era calcular allí mas bien por defecto que por esceso, era preciso tomar un resultado menor que el de *Mr. Dupin*; y lo fundé en una razon muy sólida, y casi evidente para todos, cual era el verificarse en España mayor cantidad de evaporacion; y 2.ª por no convenir entónces escitar esta cuestion, á causa de que las razones con que se demuestra, no podían comprenderse bien entónces. Por cuyo motivo, la reservé para este lugar.

14 Hemos visto (§ 3 intr.), que cuando es poca el agua que cae, toda ella se introduce en la tierra, ó causa solo el efecto de humedeceder su superficie; y que cuando es mucha, parte se introduce en la tierra, y parte desciende por su superficie á los parages mas bajos, formando torrentes, arroyos, y rios que luego desembocan en los mares. Pero, por lo espuesto (§ 10 L. 1) resulta que, por lo general, en España la mayor parte de las veces llueve, como suele decirse, á *chaparrones ó á cántaros*; y como por la tabla del (§ 46 L. 1) aparece la gran desigualdad del territorio de la Península, y en virtud de la fórmula ((ec. 93) L. 3), las aguas corren con mayor velocidad á proporcion que aumenta la pendiente ó declive, resulta que tardando ménos tiempo en descender por las faldas de las montañas, colinas y laderas, penetrará mucho ménos cantidad que la que penetraría si el movimiento fuese ménos rápido, y como por lo demostrado (§ 143 L. 3), resulta que, aun cuando en el lecho ó álveo de las corrientes, hubiese espresamente agugeros ó pozos, para que se introdugese el agua, esta saldría en ménos cantidad, cuanta mayor fuese la velocidad con que corriesen las aguas, se verifica que por todas estas razones penetrará en España mucha ménos cantidad de agua que en Francia, Inglaterra, Holanda &c., que

son paises mas llanos; y por consiguiente la tierra, en virtud de lo espuesto (§§ 4 al 17 Intr.) no solo se presentará mas árida y seca, sinó que habrá ménos manantiales. Luego, *para que se aumente el número de estos, debemos procurar que sea mayor la cantidad de agua que se introduzca en el seno de la tierra.*

15 Con este objeto, debemos observar que aunque la *Geología ó Geognosia* se halla todavía en la infancia, sin embargo, ya se puede asegurar que el Globo terrestre se compone de capas de naturaleza diversa y de diferentes direcciones; pues si, en algunos parages no es sensible dicha variedad en las capas, debemos inferir que procede ó de hallarnos en una capa de mayor grueso que las otras, ó de no haber profundizado lo suficiente para encontrar otra de diversa naturaleza: verificándose en esto una cosa semejante á lo que sucede en las fracciones decimales. Sabemos por una rigorosa demostracion (§ 171 Ar. de N.), que *todo quebrado comun, que se reduce á decimal, ha de dar por precision fraccion decimal exacta, ó fraccion periódica*; pero contentándonos, por lo regular con un corto número de guarismos, resulta las mas veces que ni se deja ver el periodo, ni se obtiene cociente exacto, sinó fracciones mas ó ménos aproximadas. Ahora bien, tanto por lo dicho en la introduccion, como por lo espresado en el lib. 7.°, y por lo que consta en la obra de *Mr. Garnier* traducida por el *Señor Don Cristobal Bordiu*, cuya lectura recomendamos de nuevo, resulta que solo *las capas de roca, ó las de arcilla son las impermeables, ó que no dan paso al agua*; pero las capas de arena, las de diferentes tierras, como la cal, yeso &c., y aun las de rocas calizas, dan paso al agua; por consiguiente, he aquí el medio de aumentar los manantiales.

16 Supongamos que *abcd* (fig. 140 lám. 12) esprese la vertiente de las aguas de una montaña, que en *d*, á causa del montecillo *m* cambie su curso, y continúe como se ve en planta por *de*, ya sea permanente el agua, ya corra únicamente en la temporada de lluvias. De cualquier naturaleza que sea dicha corriente, el hecho es, que por lo regular siempre va por entre las faldas de dos laderas de montañas, que en la parte mas profunda donde se unen los dos planos de las faldas, es por donde corre el agua, formando las mismas sinuosidades que las faldas de las mismas montañas, que suelen estar mas ó ménos interrumpidas por otras colinas subalternas, que les sirven como de estribos.

17 Representemos por la (fig. 141 lám. 12) el corte de este arroyo, donde, suponiendo que las líneas efectivas indiquen capas impermeables, sean de arcilla ó roca, y que los espacios en blanco representen capas permeables de cualquier naturaleza, y cuyas sinuosidades aparezcan, segun yo he observado en algunos parages, como si ántes hubiera es-

tado todo formando una planicie ó masa blanda, y que por una causa estraña se hubiese comprimido en diferentes direcciones, habiendo esto originado las sinuosidades de las capas. Pero, sea de esto lo que quiera, en punto á la formacion, el hecho es, que en cualquier parte del Globo que consideremos una madre ó un álveo de aguas, sean ó no permanentes, el terreno que se halla debajo de dicha corriente se compondrá de capas diversas, y cuyas inclinaciones, gruesos y naturaleza podrán variar al infinito. De estas, las habrá unas que sean permeables, y otras que no lo sean: verificándose que si el arroyo en todo su curso *abcd* (fig. 140) tiene alternadas las capas, segun representa la (fig. 141), ninguna cantidad de sus aguas podrá pasar á las capas de arena ó de cal, yeso &c., por impedirlo la capa impermeable por donde corren las aguas. Y aunque por dicho arroyo esté pasando agua continuamente hasta el fin del mundo, ninguna podrá llegar á la capa permeable *AAA* que suponemos de arena; pero si formamos en *a* un pozo ó un taladro que llegue hasta *A*, en este caso, el agua, al pasar por *a*, descenderá en dicho pozo, ó pasará por dicho taladro, y se difundirá por toda la capa permeable *AAA*, hasta ir á salir por el parage *A'*, formando allí un manantial, que puede estar á mucha distancia del punto *a*, y habiendo en el intermedio otros montes ú otros barrancos &c. La fuente ó manantial, que se forme en *A'*, será ó no perenne ó constante, segun lo sea la corriente de agua *abcd*. Y si el ir el agua por este parage, guarda algun período, lo guardará tambien la fuente ó manantial, aunque no se verificará siempre el que sean simultáneos el llevar agua el arroyo y el brotar el manantial, pues podrá suceder que cuando la corriente no tenga agua, la tenga el manantial y *viceversa*; lo cual dependerá de la distancia que haya desde el parage en que principie á entrar el agua en la capa *AAA*, hasta el punto *A'*; y he aquí de qué proviene que muchas fuentes, manan en el invierno, otras en el verano &c. &c. Pero lo mas general es, que no se interrumpa de todo punto el manantial *A'*; pues aun en el caso de no correr agua por *a*, como toda la capa *AAAA'* se hallará empapada de agua, miéntras corra por *a*, se verificará que saldrá por *A'* con un impulso debido á la presion correspondiente á la diferencia de nivel entre *a* y *A'*, disminuido en el retraso que originen los rozamientos; y cuando haya cesado de correr el agua por *a*, ya la velocidad con que salga por *A'* será debida solo á la diferencia de nivel entre *A* y *A'*; y por consiguiente tardará mas en salir, por necesitarse mas tiempo para irse filtrando por toda la capa *AAA* y escurriendo por *A'*; siendo posible el verificarse que, ántes de acabar de escurrir, manar ó chorrear por *A'*, vuelva otra vez á pasar agua por *a*, se llene la capa permeable *AA*

y se renueve el mismo fenómeno, sin que se haya secado del todo la fuente ó manantial A'.

18 De todas suertes, siempre se verificará que *el tiempo que dure el manantial por* A' *será mucho mayor que el que corra el agua por a.* En efecto, supongamos que por a esté pasando una hora la corriente de agua. Este tiempo acaso no será suficiente, si la distancia que media entre a y A' es grande, para que llegue hasta el manantial A'. Mas, para fijar las idéas, supondrémos que en el tiempo en que pasa el agua por a medie el intérvalo necesario para que haya empezado ó empiece á salir el agua por A'. Miéntras ha estado corriendo el agua por a, la velocidad, fuerza &c. que en ella lleva, es independiente de la naturaleza de la capa AAA'; por consiguiente, el descenso por el taladro, y el tránsito por la capa impermeable, es debido á una causa constante, cual es la altura del punto a respecto de la capa AAA'. Cuando cese de pasar agua por a, irá saliendo esta por A' con menor velocidad que cuando salía por efecto de toda la presion de la altura a sobre A'; luego, el movimiento por A', será retardado en este caso, y por tanto, para que salga la misma cantidad de agua que entró por a durante la hora, se gastará mas tiempo. Luego, el manantial, que se forme en A', durará mas de lo que tardó el agua en correr por a.

19 Si en b hiciésemos un taladro, que atravesando la capa de arcilla y la de roca, que se halla debajo de la AAA, penetrase hasta la capa permeable $BBBB'$, que figuramos como si fuese de arena con cantos, tendríamos que, al pasar la corriente por b, empaparía de agua la capa AA y la BB; y formaría dos manantiales, uno en A', y otro en B'. Si se hiciese el taladro en c, y penetrase hasta la capa de *caliza cretacea CC*, al pasar el agua por c, descendería por el taladro, y atravesaría las capas AA, BB, CC, y formaría tres manantiales en los parages A', B', C'.

20 Si quisiéramos que solo se formase el manantial C', sin que se verificase *en* A', ni en B', no tendríamos que hacer mas que poner un tubo análogo al de los pozos artesianos, que se dirigiese desde c á C, y entónces el agua no se desparramaría por las capas permeables AA, BB, y sin formar manantiales en A' ni B', lo formaría en C'. Si no se pusiesen tubos, podría suceder que si el tiempo en que el agua corriese por c no fuese bastante, el agua penetrase hasta A, se desparramase por la capa AA, y formase manantial en A', sin que lo formase en B' ni en C'; y sí fuese algo mayor, pero no el suficiente para que el agua llegase hasta C y sí hasta B, se tendrían en este caso los manantiales A' y B', pero no el C'.

21 En el caso que representa la figura, podría el hombre detener

á su arbitrio la salida del agua por los manantiales A', B', C' &c. en muchas circunstancias, y conservar el agua en la capa permeable AA por ejemplo, para otra época en que mas le acomodase. Para esto, debería observar si la abertura del manantial A' es de tal naturaleza, que sea una especie de conducto y no una estension indefinida; en cuyo caso, podría construir un muro A'', que cerrando bien la salida, impidiese el tránsito del agua, y la conservase encerrada para emplearla en épocas mas oportunas. En este caso, el agua refluirá hasta toda la capa AA, comprendida por la horizontal aa', y llenaría toda esta capacidad, pero no penetraría ya por a, sinó que seguiría su curso ordinario por $abcd$. Mas, si el tiempo que mediase entre el paso del agua por a, y el momento en que la necesitamos en A' no fuese tan considerable que pudiese llenar toda la espresada capacidad hasta aa', no se desperdiciaría ninguna cantidad de agua, teniéndola siempre para el momento necesario.

22 Si hiciésemos lo mismo en B'', tendríamos que entónces, si el tiempo que mediase entre el tránsito del agua por B, y la aplicacion en B'', fuese mayor que el necesario para llenar la cabida de la capa BB hasta AA iría el agua á salir por el manantial A', que se desperdiciaría para el B'.

23 Hemos dicho (§ 413 L. 6) que cuando se tiene intencion de aprovechar las aguas de un manantial, que jamas se rebalsen en el parage de salida; porque esto siempre produciría pérdida de agua; para hacer perceptible esto, basta observar que si presentásemos á la capa BB un obstáculo B'', y obligásemos al agua á salir por la parte superior de B'', nos veíamos precisados á perder toda el agua contenida hasta la altura $B''B'''$; y ántes por el contrario conviene hacer en B' un corte que penetre hasta observar que el agua baja y no sale por la parte superior; en este caso, se aumentará considerablemente el agua en muchas ocasiones, que es lo que nos conviene.

24 El modo de hacer estos pozos y taladros en la práctica, es mas sencillo de lo que á 1.ª vista parece, atendiendo particularmente á que para este efecto, no se necesita que las profundidades sean considerables; aumentando el número de los pozos ó taladros, mayormente cuando no hay rocas. Para darlo á conocer, supongamos que la (fig. 141) represente el corte vertical, perpendicular á la corriente de agua, con el de las montañas, lomas, colinas ó faldas por entre las que va dicha corriente. Si esta no es permanente, se hará en seco un pozo ó escavacion *abcdefghik* de una, dos ó mas varas de profundidad, de cualquier forma, pero siempre mas ancho por arriba que por abajo, tanto para que se conserven las tierras como para poder bajar á él con fa-

cilidad; y tanto en su fondo como en los costados, se hacen varios taladros bb', cc', dd', ee', ff', gg', hh', ii'. Estos, cuando no hay roca que penetrar, se hacen con mucha facilidad del modo siguiente: se introducirá un punzon ó clavo cilíndrico *C* (fig. 142 lám. 12) de una vara de largo, á fuerza de golpes, con una *almadana*, que señalamos por *A* en dicha figura; cuando haya llegado ya cerca de la cabeza, se saca, dando ántes algunos golpes laterales en ella para aflojarlo, con lo cual se conmoverá algo la tierra, lo que es ventajoso, y despues se saca ó estrae con unas tenazas ó nariz de un martillo *M* ó de un pie de cabra *P*. Sacado el punzon ó clavo, se introduce otro C', por ejemplo de dos varas, en que la vara inferior sea igual con el *C*, y no costará mucho trabajo el introducirlo con las manos y la presion del cuerpo hasta que la punta llegue al fondo del agugero ó cerca de él; en cuyo caso se principiará á hacerle bajar á golpe de almadana hasta introducirlo todo. Luego se le dan golpes laterales con la misma almadana en la cabeza y se saca con el auxilio de la nariz ó del pie de cabra ó de cuerdas. Se introduce despues otro C'' de 3 varas, por ejemplo, en que las 2 inferiores sean iguales al C', y así se procede tanto como se quiera, aunque en general bastará con unos cuatro. Si en alguna ocasion no fuese suficiente la almadana, ya por ser el punzon ó clavo, que se va á introducir, muy largo, ó por ser demasiada la tenacidad de las tierras, puede hacerse uso de la maza en la forma que se halla descrita (estampas 11, 13 y 14) de la obra de *Mr. Garnier* traducida por el *Sr. Bordiu*, cuya lectura hemos recomendado tantas veces.

25 Si la corriente de agua es permanente, en este caso se abre el pozo á alguna distancia, en la forma que acabamos de manifestar; y despues se hace que el agua vaya á parar allí por una simple reguera.

26 Cuando se vea que al golpe de almadana ó mazo rebota el clavo, en vez de entrar, como hemos indicado (§ 55 L. 4), es señal de que encuentra roca, y en este caso se suspende este procedimiento, y se continúa por el de los pozos artesianos, si la operacion es de bastante interes para sufragar los gastos.

27 El efecto, que produce este procedimiento, es que, al pasar el agua por la superficie del pozo, llegará hasta su fondo; penetrará hasta los puntos mas bajos de los taladros, en los cuales ejercerá una presion, en el supuesto de que los clavos hayan sido 4 de á vara, y de que el pozo tenga 2 varas de profundidad, que será equivalente á 6 varas ó 18 pies; y despues con esta presion, el agua se filtrará no solo por toda la estension de las partes divergentes de los taladros, sinó que luego se filtrará á distancias y profundidades mucho mas considerables.

28 Si ántes del pozo, donde se hacen los taladros, se adaptase un

aparato de filtrar las aguas, como hemos descrito (§§ 80 y 81 L. 8), resultarán 2 ventajas: 1.ª que, al entrar el agua en el pozo, no tapará ni obstruirá tan pronto los agugeros; y 2.ª que el limo, légamo ó tarquin que arrastren, quedará detenido en el pozo anterior, y servirá de un abono escelente para las tierras.

29 Aplicado este procedimiento á una corriente, ya pasagera, ya permanente, se halla representada en perfil por la (fig. 143 lám. 12); y por este medio resultará que las avenidas no serán tan grandes, y que la velocidad de las corrientes disminuirá, ya por quebrantarse su ímpetu en cada pozo, ya por disminuir la cantidad de agua que desciende; lo cual originará el que corriendo por mas tiempo sobre la superficie, penetrará mas en la tierra, aun en los parages donde no haya pozos, y no la desustanciará. En las inmediaciones de todas estas corrientes se deberán plantar árboles frutales, moreras, olivos &c.; y entre los árboles frutales, si están léjos de las poblaciones, se elegirán aquellos cuyos frutos puedan trasladarse á grandes distancias sin deterioro, como son las nueces, avellanas, castañas &c.

30 Hemos prometido (§ 312 L. 6) que en este libro manifestaríamos el modo de aumentar el agua en los pozos de noria; y para conseguirlo, no hay mas que introducir en los espresados pozos las aguas de lluvia de las inmediaciones, poniendo ántes el aparato descrito (§§ 80 y 81 L. 8) para que, entrando el agua clara, no se ciegue el espresado pozo. Si las aguas proceden de parages mas altos que el estanque de la noria, podrán dirigirse á él las aguas de lluvia; y luego que hayan depositado en el fondo del estanque todo su légamo &c., se podrán dirigir al pozo de la noria las aguas claras; y al tiempo de dar el 1.er riego con las aguas del estanque, se removerá bien el suelo para que el agua lleve en suspension y arrastre todo el poso que haya resultado en el fondo del estanque: lo cual es bueno para las plantas. Por este procedimiento, resultará, que dicho pozo de noria no solo se llenará, sinó que hará que se estienda la humedad á mucha distancia y producirá grandes ventajas; las principales son: 1.ª Que todo el terreno hasta mucha distancia participará de humedad, y las raices de los árboles, penetrando hasta ella vegetarán mejor. 2.ª Cuando en el verano se vaya estrayendo el agua del pozo, se irá filtrando á él la que está difundida en todas las capas terrestres que haya hasta dicha profundidad. 3.ª Que aun desde el 1.er año subirá el agua en el verano dentro del pozo de la noria é irá aumentando en los años sucesivos. Esto presentará algun inconveniente cuando la maroma sea de esparto, pero no cuando los arcaduces se fijen á cadena de fierro fundido, que resiste mucho á la humedad; pero quitando la maroma de esparto, durante

el tiempo que no se ha de hacer uso, cesarán en parte los inconvenientes; mas de todas suertes, estos son de poca monta en comparacion de la utilidad que resultará de un aumento considerable de agua. En diferentes parages de la altura del pozo se deberán hacer taladros con los clavos de que hemos hablado (24); y en su revestido deberán dejarse en frente de dichos taladros unos espacios vacíos, ya rectangulares, ya hechos con 3 ladrillos en forma de triángulo isósceles ó equilátero. Lo 1.º es muy conveniente para que se estienda el agua lo mas distante posible en el terreno, y lo 2.º, porque de este modo se facilita el que toda esta agua caiga al pozo sin deteriorar la fábrica con que se reviste.

31 En la (fig. 141) se notará que por 1′,2′,3′,4′,5′,6′,7′,8′,9′, &c., *saldrán fuentes ó manantiales*: con lo cual hemos logrado nuestro intento. Y como los manantiales llevan por todas partes, por donde pasan, la fecundidad y la vida, habrémos conseguido este importante objeto, *uniendo lo útil á la agradable.*

SECCION SEGUNDA.

Manifestacion de que, poniendo en práctica el contenido de esta obra, se aumentará muy considerablemente en España el que descienda mayor cantidad de lluvia, rocío, relente &c.; y que por este medio conseguirémos hacer húmedos los terrenos secos, dulcificar el clima de España, haciéndole mas constante y benigno, convirtiendo las tierras estériles y áridas en fértiles, frondosas, amenas, agradables y fructíferas.

32 El concepto, que tengo de los Españoles, es muy diferente del que suelen formar aquellas personas, que no hablan de nosotros sinó para ridiculizarnos, ponernos apodos y denostarnos. Sin embargo, no por eso dejo de conocer nuestros defectos; ó mas bien, porque los conozco, me he propuesto, en cuanto me ha sido posible, aplicarme y trabajar por cuantos medios han estado en mis facultades, para estinguir el orígen, y hacer frente á los progresos del mal, cooperando á disminuir ó atenuar su intensidad, en vez de agravarle con sarcasmos y denuestos fuera de tiempo y lugar. Ya tengo consignado, que el atraso en que nos hallamos, es verdadero, real y efectivo respecto de otras Naciones; atraso, que no se debe disimular, y ántes por el contrario conviene repetirlo, para escitar y cooperar á su remedio.

33 Tambien hemos espresado (§ 34 L. 1) la causa de que procede; lo cual ha originado el que los efectos del escolasticismo se hayan sentido por mas tiempo entre nosotros, y de que aun no estemos absolutamente exentos de su funesto influjo. Por esta causa, no tengo el mas mínimo remordimiento de haber omitido diligencia alguna para rectifi-

car el modo de pensar, al componer las diferentes obras que tengo publicadas; y me resulta la gran satisfaccion de ver ya por todas partes discurrir con exactitud en toda especie de asuntos, y de un modo tal, que pocas personas lo ejecutaban ántes. En esta especie de adelantamiento, no puedo ménos de congratularme, por la parte que mis obras hayan podido contribuir; pero en vez de confiar yo en lo mismo, para tratar de poner ménos cuidado en el escribir, es este un estímulo mas poderoso para respetar y tener mayor consideracion con el público. Por esta causa, exigió mucho mi meditacion si en el L. 3.º insertaría ó no todo lo que incluyo, tomado de *Mr. Pouillet*; pero despues de un maduro exámen, contando con el buen seso, sana intencion, y recto juicio de los Españoles, me decidí á insertarlo; y he tenido la gran satisfaccion de que nadie me haya motejado en esta parte; pues son muy satisfactorios para mí, los discursos de los periódicos en que se ha hecho la análisis del 1.er tomo de esta obra, y las manifestaciones de aprecio con que me han honrado tanto verbalmente como por cartas, personas de fuera, que no me conocen, y que de este modo se han propuesto animarme á que no desmaye, para llevar á término mi empresa.

34 Y pues ya veo en parte cogido el fruto de mis penosas fatigas, al observar las mejoras que se notan en las personas que han bebido en mis obras sus idéas científicas, no quería omitir nada que pudiese conducir á conseguir el logro del asunto que nos ocupa, que es nada ménos que *dulcificar el clima de España, haciéndole mas constante, convirtiendo en húmedo su árido y seco territorio.* Previas estas indicaciones, que recuerdo no por vanidad, ostentacion, jactancia ni presuntuosidad, sinó con el objeto de preparar al lector, para esta sublime investigacion, y estimularle á que se entregue á ella sin prevencion en ningun sentido, voy á esponer mis idéas con la posible claridad y exactitud.

35 Mis meditaciones, sobre tan interesante asunto, no son hijas del momento; pues en el año de 1807 en que compuse mi Geometría Práctica (T. I P. II T. E.), emití en el § 676, una opinion mia, original á la verdad, de que, "*cuando se tuviese un gran número de observaciones exactas, hechas en diferentes parages, y de modo que sean comparables, se podrán calcular las tempestades, las nevadas, las lluvias, los años secos &c. con mucha anticipacion, y con la misma exactitud y precision que ahora se calculan los eclipses*;" y para que no se reputase por temeraria ó escandalosa esta proposicion, ó se tuviese por paradoja esta prediccion, cité algunos pronósticos análogos, hechos por los Matemáticos, que en un principio se conceptuaron sueños, y que luego se han verificado.

36 Despues, habiendo yo asistido materialmente como discípulo á la cátedra de Agricultura establecida en el Real Jardin Botánico, desempeñada dignísimamente por *Don Antonio Sandalio de Arias*, este Sabio Profesor encargó á sus discípulos el formar una disertacion sobre algun punto de la Ciencia; y yo leí en 1815 la que corre impresa con el título de *Disertacion sobre el modo de perfeccionar la Agricultura por los conocimientos Astronómicos y Físicos, y elevarla al grado de Ciencia Físico-Matemática.* Su objeto era (§ 6 de dicha Dis.) el ver si podía contribuir "á acelerar la época dichosa en que perfeccionándose la Agricultura, se eviten las hambres, las pestes, y desolaciones que acarréan, y llegue esta heróica Nacion al grado de prosperidad y gloria de que es susceptible."

37 Por manera, que en el espresado escrito me proponía deducir, por el exámen atento de la comparacion de las observaciones con la posicion de los astros, y teniendo presente que esta se conoce con los años de anticipacion que se apetezca, si era posible, por los medios que se indican en dicha disertacion, saber de antemano las épocas en que lloverá, nevará &c. para arreglar las operaciones agrícolas, de modo que, siendo oportunas las lluvias, nevadas &c., para el cultivo de las plantas que convenga establecer, resulten siempre buenas y abundantes cosechas, desapareciendo el hambre, y demas azotes y calamidades que origina.

38 Pero el fin, que ahora me propongo, se estiende á mas; pues trato de *manifestar los medios de hacer aun mas benigno el clima de España, y que convirtiéndose en húmedo su territorio tan árido y seco, se aseguren todavía mas las cosechas, y sea mas salutífero.* Para proceder con el debido órden y claridad, debemos observar, que en virtud de lo espuesto (§ 5 Intr. y § 395 y 396 L. 3) las *lluvias* proceden siempre de la condensacion de los vapores acuosos que existen en la atmósfera, y provienen, en gran parte, de vapores formados en otros parages, y que trasportados por las corrientes atmosféricas, se condensan y precipitan á ciertas distancias de los sitios donde se formaron, en lluvias, que llamarémos *lluvias generales*, para distinguirlas de las que se deben á los vapores condensados en los mismos parages, donde se forman, que llamarémos *lluvias locales.* Por lo cual, debemos indicar lo relativo á las lluvias generales, y luego nos contraerémos á los medios de promover las particulares en nuestro pais, comprendiendo al mismo tiempo los relentes, rocíos &c. que son, por decirlo así, lluvias insensibles. Por consiguiente, subdividiré este asunto en 2 partes. En la 1.ª manifestaré el orígen de las *grandes lluvias generales*, que se verifican en el Globo, haciendo algunas indicaciones para

examinar si en algunos casos será posible en España aumentarlas en épocas y parages determinados. En la 2.ª, manifestaré el modo de aumentar las lluvias locales, y los rocíos, relentes &c. que les son equivalentes, deduciendo de todo el contenido de esta seccion, que el clima de España se hará mas constante, benigno, productivo y salutífero.

PRIMERA PARTE. *Orígen de las grandes lluvias generales.*

39 De cuanto hemos insertado (§ 360 L. 3) tomado de *Mr. Pouillet*, resulta que el aire admite, á igualdad de las demas circunstancias, tanto mas vapor de agua en el estado invisible ó elástico, cuanto mas caliente se halla; resulta igualmente que el enfriamiento del aire condensa este vapor, le hace visible bajo la forma vesicular, y acaba poniéndole en estado líquido, y aun sólido, segun las circunstancias; y que una mudanza en la densidad del aire, en tanto que hace mudar su temperatura, la trae tambien en la facultad que tiene de admitir el vapor acuoso. Luego, las circunstancias mas favorables para que se formen los vapores, son el que haya agua que evaporarse, y calor en la atmósfera para contener el vapor.

40 Ahora, bien sabido es, que los parages del Globo, en que hace mas calor, son los situados en la *línea equinoccial*, ó en el *ecuador terrestre*. Luego allí, en virtud de lo que acabamos de recordar, estará el aire mas caliente; y por tanto se hallará en disposicion de admitir ó disolver mayor cantidad de vapor acuoso. Por otra parte, *en el ecuador justamente es donde hay mayor cantidad de agua.* En efecto, si echamos la vista por cualquier *mapa mundi*, se notará que la parte del ecuador ocupada por tierra, vendrá á ser como unos 72 grados; y teniendo 360 grados todo el ecuador, se verifica que el Globo terrestre en toda la estension del ecuador, solo está cubierto de tierra como en una quinta parte, ocupando las aguas todo lo demas. En el espacio, que media entre el Ecuador y el Trópico de cáncer en el hemisferio de América, solo hay una pequeñísima parte del continente, como es la comprendida entre la Guayana, Quito y Darien, lo que ocupa el istmo de Panamá, Guatemala y Mégico, y las Islas de Santo Domingo y de Cuba; todo lo demas es agua. En nuestro hemisferio, tambien hay, entre el ecuador y el Trópico de cáncer, una porcion de mar hasta la Guinéa, Senegal y Cabo Blanco. Mas al oriente de África, entre el ecuador y el Trópico de cáncer todo es mar hacia el Golfo Pérsico; verificándose despues lo mismo, escepto una pequeña porcion de la India, y algunas islas en que se incluyen las Filipinas. Por manera, que no aventuraremos mucho en asegurar que la parte de mar, comprendida entre el ecuador y el Trópico de cáncer es

mayor que toda la parte de mar comprendida en la zona templada de nuestro hemisferio septentrional ó ártico. Aunque no fuese absolutamente igual ó mayor la superficie de mar comprendida entre el ecuador y el trópico de cáncer, como en este parage hace mas calor, siempre podrémos establecer que, *la cantidad de vapores acuosos, que se forman en dicha parte, será mucho mayor que la formada en la zona templada en que nos hallamos.*

41 Si observamos cualquiera de los paralelos de nuestro hemisferio, verémos por una parte, que hay mucho ménos espacio ocupado por las aguas; y como los círculos paralelos van siendo menores á proporcion que se separan del ecuador, y á medida que dichos paralelos se van alejando del ecuador, va habiendo ménos calor, resulta que por 3 causas distintas debe ir disminuyendo la evaporacion desde el ecuador á los polos, á saber: 1.ª por ir siendo menor en los respectivos paralelos la cantidad relativa que ocupa el agua respecto de la que ocupa la tierra; 2.ª porque siendo menor toda la estension del paralelo, su parte correspondiente cubierta de agua será menor; y 3.ª por haber ménos calor, y por consiguiente menor facultad en el aire de admitir ó disolver vapor acuoso; y como las nubes y las lluvias proceden de la condensacion de estos vapores, ya por la alternativa de las noches con los dias, ya por las demas causas expresadas (§ 395 L. 3), resulta que *debe llover ménos á proporcion, en los parages que vayan separándose del ecuador*; lo cual confirma completamente la esperiencia, como asegura con mucha verdad y exactitud mi muy apreciado amigo el *Sr. Don Juan Lopez de Peñalver*, pág. 396 del tomo 4.° de su traduccion *de las cartas de Euler.*

42 Como el agua de lluvia no puede provenir sinó de la condensacion de los vapores, resulta que las lluvias serán mas abundantes, cuando haya mas condensacion de aquellos. Para que esta se verifique, es preciso que el aire se halle saturado; y como el aire lo estará tanto mas, cuanto mas calor haga, que es durante el verano, resulta de aquí que *la lluvia debe ser mas abundante en dicha estacion, que en el invierno*; lo cual tiene tambien comprobado la esperiencia, y lo espresa en el parage citado el mismo *Sr. de Peñalver.* Como en virtud de lo espuesto (§ 360 L. 3), habrá mayor cantidad de vapores acuosos condensados, cuando haga ménos calor; y el momento del menor calor se verifica al salir el sol (§ 386 L. 3), resulta que al amanecer, se efectuará la mayor condensacion del vapor; y como ha de tardar algun tiempo en descender á la tierra formando lluvia, resulta que llegará á ella despues de ser de dia. Por lo tanto, se verificará que *durante el dia, lloverá mas que durante la noche*; lo que tambien confirma completa-

mente la experiencia, asegurándolo igualmente el *Sr. de Peñalver* en dicho parage.

43 Si la atmósfera se hallase en equilibrio, se condensarían los vapores acuosos, y descenderían por la noche, ó cuando variase la temperatura por cualquier circunstancia, en el mismo parage donde se elevan ó se efectúa la evaporacion; pero, en virtud de las corrientes atmosféricas, suelen estos vapores ir á parar á sitios muy distantes; y ya por la variacion de temperatura, ya por el choque contra las montañas, ó ya por encontrar otras capas de aire de diversa temperatura (§ 395 L. 3), se condensan formando nubes, y cayendo en lluvia ó nieve segun las circunstancias, en parages muy remotos de aquellos donde se formaron; y de aquí proviene el que generalmente *en la mayor parte de los parages de la tierra, se verifican siempre las grandes lluvias con vientos que proceden por lo regular del mar*; ya en línea recta, ya siguiendo algunas sinuosidades debidas á circunstancias locales.

44 A una misma latitud, deben elevarse mas vapores en el mar que en la tierra, por 2 razones: 1.ª porque como la superficie del agua siempre se halla en contacto con el aire, hay mas facilidad de que se sature el vapor acuoso en la parte de la atmósfera que está sobre el mar, que en la que está en contacto con la tierra: y 2.ª porque esta se halla siempre mas elevada que la superficie de las aguas del mar; lo que origina el que el aire que esté en contacto con la tierra, se hallará ménos saturado de vapor, que el procedente del mar por la circunstancia tambien de estar mas frio dicho aire: resultando en virtud de lo espuesto (§ 360 L. 3) mayor condensacion; y de aquí la probabilidad de que origine lluvia el viento procedente del mar.

45 Por la razon espresada (43) de no hallarse la atmósfera en equilibrio, resulta que cuando hay vientos que soplan del ecuador hácia los polos, se verifica el que los vapores acuosos seguirán esta misma direccion; y al llegar á nuestra zona templada, depositarán en ella gran parte en forma de lluvia, nieve &c. segun las circunstancias, ya porque encuentran la atmósfera con ménos calor, ya por el contacto de las montañas, que siempre están mas frias, ya por las demas causas indicadas (§ 395 L. 3).

46 Resulta, pues, que las *grandes lluvias*, ó *lluvias generales*, que se verifican en nuestra zona templada, resultarán el mayor número de veces, de vientos reinantes que soplen de Sur á Norte, á no ser en las posiciones particulares siguientes: en la costa accidental del África y de la Europa podrán verificarse lluvias generales por el viento que sople de Oeste al Este; que conduzca los vapores que se elevan en la parte

de mar comprendida entre el antiguo y nuevo continente, aunque estas nunca serán tan copiosas ó abundantes como las que procedan de vientos del Mediodia. En la parte oriental de la América Septentrional, como las Floridas, los Estados Unidos &c., podrán tambien tener lluvias generales cuando sople el viento de Oriente á Poniente, por los vapores que se eleven en la parte de mar correspondiente al espacio comprendido entre dichos continentes antiguo y nuevo. Pero estas lluvias no podrán ser tan copiosas, porque la parte de mar que hay en esta zona es menor que la comprendida entre los Trópicos y ambos continentes; pues la parte de mar que se halla entre el ecuador y el Trópico de capricornio, donde está la isla de la Ascension, la de Santa Elena, la de la Trinidad &c., tambien enviará sus vapores á nuestra zona templada, cuando reine el viento de Sur á Norte; y tambien por haber mas calor en dichos mares, que están comprendidos entre los Trópicos.

47 En la parte Occidental de la América Septentrional desde las Californias hasta el círculo polar, podrán verificarse lluvias generales por el viento que sople del Occidente al Oriente, por los vapores que se eleven en el mar que media entre el Asia y dicha parte de América; pero estas lluvias nunca serán tan abundantes como las que causen los vientos que corran de Sur á Norte, que podrán conducir allí los vapores formados en la inmensa estension del mar pacífico.

48 En las costas orientales del Asia podrán verificarse tambien lluvias generales por el viento que reine de Oriente á Poniente conduciendo los vapores formados en la parte de mar comprendida en dicha zona, y entre el Asia y América Septentrional: pero estas lluvias nunca serán tan copiosas como las que procedan de vientos que soplen de Sur á Norte ó de Sur-Este á Noroeste, por encontrar en esta via mayor estension de mares, y hacer mas calor.

49 La parte de mar comprendida en la zona polar ártica, casi toda está helada; y aunque en el hielo tambien se verifica la evaporacion, es en una cantidad sumamente corta en comparacion de la que da la superficie de las aguas en el ecuador y zona templada; por lo que se puede sentar, que *el aire en la zona polar ártica estará, por regla general, ménos saturado de vapor que el de nuestra zona templada*; por lo tanto, aunque reinen los vientos de Norte á Sur, casi nunca originarán grandes lluvias ni nieves en nuestra zona templada, á no ser en algunas circunstancias particulares, como por ejemplo las de los puntos de las costas situadas al Norte; y en que por la parte de Mediodia haya algunas montañas, contra las cuales los vientos del Norte compriman á las nubes, y las obliguen á soltar ó esprimir su agua, como se ha esplicado (§ 42 L. 1).

50 De todo esto resulta que, *en nuestra zona templada, las grandes lluvias generales han de proceder las mas veces de vapores formados en la zona tórrida; y que sean conducidos á la templada por vientos que soplen principalmente en la direccion de Sur á Norte.*

51 Contraigámonos ahora á las circunstancias en que pueden verificarse en España las grandes lluvias generales, y hagamos nuestras consideraciones siguiendo los puntos cardinales Este ú Oriente, Sur ó Mediodia, Poniente, Ocaso ú Oeste y Norte ó Septentrion.

52 La España es una Península, como todos saben, que representamos (fig. 139), separada del resto de la Europa por los *Montes Pirinéos*, que se hallan al Nordeste, como en dicha figura se espresa. Veamos en qué circunstancias podrán caer lluvias generales, soplando cada uno de los vientos que reinen de los puntos cardinales. Supongamos 1.° que sople *el viento del Este ó del Oriente.* Si por el cabo de Creux concebimos un plano paralelo al ecuador, y señalamos por una línea interrumpida con puntos su interseccion con la Península, notarémos que pasa por las inmediaciones de Leon y de Santiago. Y puede asegurarse, con gran probabilidad, que en ningun punto de la vasta estension, comprendida hacia el Norte de dicha línea, lloverá jamás copiosamente con el viento Este ó de Levante. En efecto, si supusiéramos que los vapores, de cuya condensacion procediesen estas lluvias, vinieran del mar oriental donde se hallan las Islas Filipinas, las del Japon &c. tendrían que atravesar una estension de ciento treinta grados lo ménos en longitud, y al pasar por un terreno tan considerable, con montañas sumamente altas, ya se habrán condensado en ellas todos sus vapores; y no hay casi apariencia, ni visos de probabilidad de que ningun vapor formado en el citado mar oriental, ó que baña la costa oriental del Asia, pueda llegar hasta España, sin haberse antes convertido en lluvia, relente ó rocío. Luego, los vapores que puedan introducirse en la parte de España, que estamos considerando, solo podrán proceder, ó de la porcion del mar Mediterráneo comprendida por la parte meridional de Francia, como es Marsella &c., ó de los mismos vapores que se levanten en el continente y parte del mar de Venecia, y que haga dirigir hacia España el viento que considerámos. Pero, desde el Cabo de Creux hasta Irun ó Fuenterrabía sigue la cordillera de los Pirinéos; los que, siendo bastante altos, forman una barrera que impedirá el curso del aire que se halle mas inferior que sus cúspides, y sólo pasará el que les sea superior. Pero como las capas atmosféricas mas altas son (§ 16 L. 8) mas secas, resulta que las capas de aire que, conducidas por el viento Este, salven los pirinéos, entrando en

España, serán mas secas que las que haya en España: y por consiguiente se saturarán á costa de la humedad que contengan las de nuestro pais; y por tanto, no contribuirán en manera alguna á la condensacion del vapor, sinó que al contrario, el vapor que pueda haber en las capas atmosféricas de nuestro territorio, se distribuirá y disolverá en el aire que proceda del otro lado de los Pirinéos. Por todas estas razones, *será muy raro el que con el viento Este llueva en Urgel, Jaca, Sangüesa y Pamplona*; á no ser por alguna circunstancia muy estraordinaria y particular. En Vitoria podrá suceder que con el viento Este alguna vez caiga lluvia, por los vapores que lleve el aire, no del que viene de Francia, sinó del que resulte por la evaporacion en Urgel, Jaca, Sangüesa y Pamplona, y que estrellándose en parte con la cordillera de montañas que están al Norte de Vitoria, hagan desprender el agua; pero esta nunca será en mucha cantidad. En Frias, Cubillo &c. podrá tambien resultar alguna lluvia con viento Este ó de Oriente, procedente de los vapores formados en Urgel, Sangüesa, Pamplona y Vitoria, al estrellarse contra la cordillera de montañas 2..6. En la parte comprendida entre esta cordillera de montañas y la 3..5 que separa á Astorga de Ponferrada, en cuya posicion están Burgos, Leon, Palencia, Valladolid, Zamora, Rioseco &c. tambien se puede asegurar que no lloverá mucho con el viento Este, por no poder llegar allí sinó la parte de vapores, que se formen á la izquierda de la cordillera 2..6 que separa á Burgos de Briviesca. Hácia la parte de Astorga, podrá resultar alguna lluvia con el viento Este; pero solo procederá de los vapores condensados á la izquierda de la espresada cordillera 2..6. Por la misma razon, se podrá asegurar que nunca lloverá con el viento Este en Orense, Lugo, Ponferrada, ni Santiago, por impedirlo la cordillera 3..5. Ahora, en la parte de Tolosa, Bilbáo, Oviedo, Mondoñedo, Ferrol, Coruña &c. podrá llover con viento Este; pero no será en manera alguna por vapores que pasen de Francia á España por los Pirinéos, sinó por las circunstancias siguientes. Supongamos que en cualquier punto de esta costa, desde Fuenterrabía al Cabo Ortegal principie á soplar viento de Norte á Sur: esto hará que todo el vapor que exista en la atmósfera, en el Océano cantábrico, pueda pasar al espacio que hay entre dicho mar y la cordillera de montañas 1..2..3..4, que arrancando de los Pirinéos y pasando por parte de Navarra, Guipuzcoa, Vizcaya, Asturias y Galicia, termina junto al Cabo de Finisterre; y hallándose éste vapor sobre dicho terreno, si cambia el aire, y en vez de ser Norte Sur, se convierte en la direccion del Este al Oeste, podrá suceder que en dicho parage se verifique la lluvia; pero no será motivada de vapores formados del otro lado de los Pirinéos,

sinó por los del mar cantábrico; pero estos casos de lluvia no serán muy frecuentes, por ser preciso é indispensable el que, ántes de soplar el viento Este, reine precisamente el viento de Norte á Sur, sin que medie mucho tiempo entre este cambio de direccion del viento; pues en este caso, el de Norte á Sur, al encontrar la espresada cordillera de montañas, hará que se condensen los vapores á la manera dicha (§ 42 L. 1), y que cuando cambie el viento en la direccion de Este á Oeste no existan ya vapores que condensar ó se hallen muy disminuidos.

53 En toda la parte de España, comprendida entre el Cabo de Creux y Tortosa, podrá llover con el viento Este, conduciendo los vapores del Mediterráneo, y condensándolos en toda la parte de Cataluña y Aragon, y estenderse su influjo hasta donde encuentren cordilleras de montañas donde se estrellen y hagan desprender su agua. En la parte comprendida entre Tortosa y la cordillera de montañas 9.. 10.. 11.. 13.. 18.. 17, que va cerca de Teruel, Albarracin, Cuenca, á la derecha de Alcaraz, á la parte meridional de Baza, Granada y Guadix, á la septentrional de Albuñuelas y Ronda, hasta terminar en Tarifa, podrá llover en abundancia con el viento Este, que conduzca los vapores del Mediterráneo y los condense ántes de hallar dicha cordillera ó al chocar contra la misma. A la parte de la izquierda de estas cordilleras casi nunca lloverá con el espresado viento, por las razones que se dieron (52) al hablar de Burgos y Leon, pues todos los vapores del Mediterráneo se habrán condensado, ántes de pasar dicha cordillera, á no ser que las nubes vayan tan elevadas, que sean capaces de salvar las espresadas montañas.

54 Pasemos á *considerar ahora el viento Sur*, ó que *sopla del Mediterráneo al Norte*. Este podrá originar lluvias en toda la costa de Cataluña, procedentes de conducir este viento los vapores del Mediterráneo, y que se condensarán ántes de llegar á los Pirinéos; pero nunca por lo regular llegarán estos vapores del otro lado de dichos montes á no ir sumamente altos. En toda la parte de Valencia, Murcia, Cabo de Gata, Almería, Motril, Abuñuelas, Málaga, Marbella, Gibraltar y la cordillera 9.. 10.. 11.. 13.. 18.. 17 podrá tambien causar lluvias el viento del Mediodia, pudiéndose estender su influjo á todo el terreno comprendido entre las costas del mar y la espresada cordillera. Pero este viento, conduciendo los vapores elevados en el Mediterráneo, hará que se condensen al estrellarse con dicha cordillera, siendo muy difícil que con él llueva del lado de allá, por impedirlo la altura de dicha cordillera: bien es verdad que si algunas nubes llegan á salvarla, por venir muy altas, hay alguna probabilidad; pues las capas atmosféricas, que pasen, contendrán mayor cantidad de vapores que las que estén del

otro lado, y en su consecuencia podrá formarse alguna lluvia.

55 Los vapores, que provengan de la parte del mar comprendida desde el Cabo de Gata hasta Tarifa, impulsados por el viento de Sur á Norte, y que puedan pasar del otro lado de la cordillera 18..17, tambien podrán producir lluvias del otro lado de ella, como en Granada, Guadix, Baza &c.; por llegar á confundirse capas atmosféricas, que llevan más vapor, con otras que tienen ménos; lo que hará que, al mezclarse, caiga (nota del § 395 L. 3) alguna lluvia; esta podrá verificarse hasta estrellarse con la cordillera de Sierra Morena 13..14..15 y no hay ya demasiada probabilidad de que del lado de acá, como por ejemplo en Valdepeñas, Almagro, &c. cause lluvia el viento Sur, á no ser que este se verifique en capas de la atmósfera superiores á dicha cordillera.

56 Si dicho viento fuese capaz de salvar tambien las montañas 11..12, que es una ramificacion de las de Cuenca, y llega hasta Pontinaos en Portugal, encontrará capas atmosféricas mas frias y secas en el territorio de Ocaña, Aranjuez, Madrid &c., y se podrá verificar tambien lluvia, por la misma razon.

57 Si continuase el mismo viento Sur por la parte mas alta de las cordilleras de Somosierra, que señalamos por 6.. 19.. 7.. 8, al mezclarse con las capas que se hallen sobre Segovia, Valladolid, Rioseco, Palencia, Burgos, Leon y Astorga, que estarán por lo general mas secas y mas frias, harán que al mezclarse puedan originar lluvia.

58 Aunque supongamos que las corrientes atmosféricas del viento Sur á Norte fuesen capaces de salvar la cordillera de montañas 1.. 2.. 3.. 5 que separan á Leon de Asturias y de la costa Cantábrica, dudamos que este viento sea capaz de producir lluvia al otro lado de dicha cordillera: pues en toda esta parte, las capas atmosféricas tendrán mas vapor y mayor calor que las que procedan de Leon; luego, al pasar las de Leon á Asturias, disminuirá la humedad y el calor de dichas capas en los espresados parages, y no habrá lluvia; ó si hay algun desprendimiento de humedad, al precipitarse en forma de lluvia, acaso lo irá ya á verificar dentro del mar.

59 En todo lo que llevamos dicho respecto de cuando sopla el viento Sur, solo hemos considerado los vapores que provenían del Mediterráneo, y no los que pueden proceder de la parte del mar de la zona tórrida inferior á la costa de Guinéa; porque, aunque es posible, rigorosamente hablando, que llegasen dichos vapores con el espresado viento, es muy probable que ningunos de ellos puedan llegar á las costas de Berbería, y mucho ménos á España, mediando una estension tan considerable de terreno seco y árido, como es aquella parte de África.

60 El viento, que sople de Sur á Norte entre Tarifa y el Cabo de San Vicente, podrá ya producir lluvias mas abundantes y generales procedentes de los vapores que se eleven en el Océano atlántico; los que entren por la parte de costa comprendida entre Tarifa y Ayamonte ó entre los puntos 17 y 15 podrán causarla muy abundante en el territorio comprendido por las cordilleras 17.. 18.. 13.. 14.. 15, esto es, por todos los parages comprendidos entre la serranía de Ronda y la Sierra Morena, en cuyo distrito están Cádiz, San Lucar, Moguer, Sevilla, Granada, Guadix, Baza, Andujar y la Carolina. Y para que se forme una idéa de los cambios que las circunstancias locales pueden originar en la direccion del viento, debemos observar, que soplando este en la direccion de Sur á Norte por la embocadura 17..15, al encontrar la parte de Sierra Morena comprendida entre 15 y 14, se reflejará hácia la derecha y continuará hácia Andujar, siguiendo la madre ó álveo del Guadalquivir, y tambien por Ecija á Granada, pudiendo verificarse, que en las capas altas de la atmósfera, que estén sobre Granada, reine el viento Sur, salvando la Sierra Nevada y Serranía de Ronda, que es la señalada del 18 al 17, y que al nivel del suelo de Granada y particularmente en el álveo del rio Genil, que es la parte mas baja de aquel territorio, reine el viento que sople de Poniente á Oriente, verificándose lo mismo de Andujar á Úbeda, que en las partes altas de la atmósfera podrá reinar el viento de Sur á Norte y en las inferiores, y mas particularmente en la caja del Guadalquivir, que es la parte mas baja de aquel territorio, podrá reinar el viento de Poniente á Oriente. Pero continuando el viento en la direccion de Sur á Norte por entre 17 y 15, resulta que se encarrilará ó encajonará en la madre del Guadalquivir, irá siguiendo todo el curso de este rio, y los que entran en él, de modo que en Guadix podrá verificarse, que, llegando el viento en direccion opuesta á la corriente del rio, que desde las inmediaciones de dicha ciudad va á desembocar en el Guadalquivir, se tenga un viento de Norte á Sur, que es precisamente la opuesta á la que tiene el mismo viento al entrar por 17..15; y tambien la direccion enteramente opuesta á la que tendrá el viento en las capas atmosféricas que resultan sobre Guadix, en que se verificará que el aire soplará de Sur á Norte. He aquí, pues, una de las circunstancias locales de aquellas que son tan frecuentes, y que pueden llegar á originar hasta que el aire en la parte inferior y en la parte superior de la atmósfera sigan direcciones enteramente contrarias.

61 Las capas atmosféricas, que entren por la embocadura entre Tarifa y Ayamonte, esto es, por entre 17 y 15, que sean capaces de superar la Sierra Morena 15.. 14.. 13, y demas que están mas al Norte

podrán originar lluvias en Estremadura y la Mancha; y luego en Toledo, Madrid &c., y despues en Valladolid, Burgos &c.; pero no en la parte da Asturias y Costa Cantábrica, por las razones que hemos dado al considerar el aire que entraba por la embocadura desde el cabo de Gata hasta la serranía de Ronda en la inmediacion de Tarifa.

62 Soplando el mismo viento Sur, por la embocadura en el parage en que Sierra Morena termina en el mar en las cercanías de Ayamonte, y la cordillera que principia en Pontinaos, esto es, por entre 15 y 12, podrá causar lluvia en todo el territorio, cuyas vertientes dan al Guadiana, y que se halla entre las cordilleras 12.. 11.. 13.. 14.. 15.

63 El aire, que entre por esta misma embocadura, podrá causar tambien lluvia en Aranjuez y Madrid, si hay capas que atraviesen las cordilleras 11..12; y si todavía las hay capaces de superar las montañas, que están mas al Norte, podrán originar lluvias en Valladolid, Burgos &c. pero no en Asturias ni en la Costa Cantábrica, todo conforme á lo dicho (58).

64 La parte de aire, que entre por la embocadura 12..8, podrá originar lluvias en todo el espacio cuyas vertientes van al Tajo, y que está comprendido por la cordillera 12.. 11.. 10.. 19.. 7.. 8. El viento Sur, que entre por la misma embocadura, si puede salvar las cordilleras de montañas, que están mas al Norte, podrá originar lluvia en Valladolid, Burgos &c., pero no en Asturias ni Costa Cantábrica por las razones dadas (58).

65 Volvamos á considerar lo que podrá resultar por ejemplo, en Chinchilla, Topares, Murcia, Lorca &c., soplando el viento Sur por entre el Cabo de Gata, y Tortosa; hemos dicho que podrá llover en todos estos parages, por los vapores condensados del Mediterráneo; pero, soplando el mismo viento de Sur á Norte por entre Tarifa y Ayamonte ó por entre 17 y 15, podrán causar lluvias en toda esa estension de territorio; y si la cordillera de montañas, por el parage del canal de Huescar, fuese mas baja que las demas, esto es, que la parte de cordillera 18..13 fuese mas baja que la 17.. 18 y la 15.. 14.. 13, podra pasar hácia Lorca la lluvia por vapores que entren por 17..15 y se verificará un choque entre el aire que pase por encima de esta cordillera en la direccion de Poniente á Oriente, con el que resulte del que soplando de Sur á Norte, pase por la embocadura entre Tortosa y Almería; y este choque originará el que se modifique la direccion de estos vientos: lo cual contribuirá al aumento ó diminucion de la lluvia en Lorca, Topares &c., segun las circunstancias particulares de dichas dos corrientes atmosféricas; sobre lo cual nada se puede establecer en general, y sería este un objeto muy digno de ob-

servarse. Una cosa análoga pudiera decirse respecto del viento que se introduzca por entre 15 y 12 y por entre 12 y 8.

66 Pasemos ya á lo que se verificará *soplando el viento de Poniente á Oriente.* Podrá causar lluvia en todo el parage, cuyas vertientes vayan al Guadalquivir, entrando por la embocadura 17..15 que hay entre Tarifa y Ayamonte; y si las capas superiores pueden salvar las sierras, que unen la cordillera de Sierra Nevada con la de Sierra Morena, podrá caer alguna agua hácia Lorca, Topares y Murcia. El mismo viento podrá causar alguna lluvia en todo el terreno, cuyas vertientes dan al Guadiana, pero no mucha, por cuanto la embocadura entre 15 y 12 está, con respecto á dicho viento, bastante oblicua.

67 El mismo viento, que sople de Poniente á Oriente, que entre por 12..8 causará lluvias en todo el territorio cuyas vertientes vayan al Tajo, que comprende á Madrid, Toledo, Guadalajara &c.; y si las nubes están mas altas, podrán salvar las cordilleras situadas mas al Norte &c.

68 El mismo viento, que entre por 8..5 podrá causar lluvia en todo el territorio cuyas vertientes vayan al Duero; en donde se comprende Zamora, Rioseco, Valladolid, Osma &c.; y si la altura de las nubes fuese tal que pudiese superar la cordillera 6..2 que separa á Burgos de Briviesca, tambien podría caer alguna lluvia en Logroño, Frias &c.

69 La misma direccion del viento de Poniente á Oriente hará entrar el aire cargado de vapores acuosos por entre 5 y 4, y causará casi siempre lluvia en Galicia; y si la altura de las nubes es suficiente para salvar las montañas 5..3 y 4, tambien podrá dicho viento causar lluvias en Leon y Oviedo.

70 Este viento de Poniente se puede asegurar, que casi siempre originará lluvias en todo el territorio, cuyas vertientes den al Duero, ó al ménos se podrá sentar que el mayor número de veces que llueva en dicho territorio, se verificará reinando en Oporto el viento Poniente; pues que en otros parages ya podrá degenerar siguiendo el mismo curso inverso de los rios, y convertirse de Sur á Norte hácia Palencia por ejemplo, y de Norte al Sur hácia Segovia. El mismo viento podrá causar lluvia al entrar por el espacio comprendido entre 4 y el Cabo Ortegal, en la Coruña, Mondoñedo, Oviedo &c.

71 Veamos ahora cuales son los vientos que tienen mayor probabilidad de producir lluvias en España, siguiendo el mismo órden que anteriormente. Hay una grandísima probabilidad de que el viento *Sur-Este* produzca lluvias abundantes en todo el territorio, cuyas vertientes dan al Ebro; la razon es la siguiente: echando una mirada sobre un *mapa mundi*, se advierte, que, prolongando la línea del curso del Ebro, viene

á cortar casi en la direccion que diagonalmente atraviesa todo el mar Mediterráneo, y luego va á encontrar al mar Rojo, y despues al mar de la zona tórrida, ó *mar de Indias*; por tanto, reinando el viento Sur-Este en dicha zona tórrida, encuentra paso libre por todo el mar Rojo, y solo tiene que atravesar el istmo de Suez para entrar en el Mediterráneo; atraviesa todo este mar, y llega luego á encontrar el cajero del Ebro, por donde irá subiendo hasta que por la altura del terreno, los vapores se condensen y produzcan lluvias generales y abundantes en todo el espresado territorio, las cuales pueden provenir de los vapores del vasto mar de las Indias, comprendido entre la Nueva Holanda, África y Asia, que se pueden trasladar por el impulso de dicho viento al espresado territorio, cuyas vertientes dan al Ebro, pasando siempre por el mar Rojo y el mar Mediterráneo, que tambien suministran vapores, sin encontrar mas obstáculo que el pequeño que ofrece el istmo de Suez; por manera, que sería interesantísimo el hacer observaciones en el espresado territorio, cuyas vertientes van al Ebro; y en mi concepto, se hallaría que el *mayor número de las grandes lluvias generales, que se esperimentasen en Tortosa, Tarragona, Barcelona, Zaragoza etc. sería cuando en las costas de Tortosa, Tarragona etc. soplase el viento que viniese del Sur-Este al Noroeste.*

72 Otra de las direcciones del viento, que se puede asegurar, que las mas veces que sople, originará lluvias generales y abundantes en todo el territorio, cuyas vertientes dan al Guadalquivir, sería el que formase con el meridiano hácia el Oeste unos $22\frac{1}{2}$ grados, que es la direccion que viene á tener con dicho meridiano la desembocadura del Guadalquivir en el mar, pues que cuando reine dicho viento atraerá consigo todos los vapores de la parte de la zona tórrida comprendida entre las Antillas y la Guayana, que sin tener obstáculo en que tropezar en su tránsito llegarán hasta San Lucar, continuando por la madre ó álveo del rio hasta que por la altura de los parages, y la de las cordilleras de montañas, que abrazan estos territorios, se condensen dichos vapores y formen grandes lluvias generales.

73 Reinando este viento, será cuando sobrevengan las grandes avenidas del Guadalquivir en Sevilla &c.; pues á esto contribuirán no solo las lluvias abundantes, que se verificarán, y que serán sin duda mas copiosas que las que sucedan con cualquiera otro viento, sinó tambien, porque obrando estos vientos en la direccion opuesta á la de la corriente del rio, se oponen al descenso de sus aguas y hacen que se rebalsen en algunas ocasiones hasta mucho mas arriba de Sevilla. Si se tuviesen observaciones sobre este particular ó se hiciesen de nuevo, no dudo confirmarían cuanto acabamos de esponer. Este mismo viento

podría hacer que, si las nubes estuviesen altas, traspasasen la Sierra Morena y la que separa á Granada de Lorca &c.; en cuyo caso podrían originar lluvias en la Mancha y en parte del territorio de Murcia.

74 Otro de los vientos generales, que pueden originar las lluvias mas abundantes en el centro de la España, cual es toda la que tiene sus vertientes al Tajo, y se halla comprendida entre las cordilleras 12.. 11.. 10.. 19.. 7.. 8, es el viento que sople en la direccion de *Sur-Oeste* al *Nordeste*; pues esta direccion prolongada desde Lisbóa, que es donde está la desembocadura del Tajo, va precisamente á dar á la zona tórrida en el espacio que comprenden las Antillas y el Golfo de Méjico; y puede recibir no solo los vapores que se eleven en dichos parages de la zona tórrida, sinó los que se eleven en todo el mar Pacífico; pues dicha direccion del Tajo, está en la direccion del istmo de Panamá, Portobelo, Cartagena &c., donde se separa el mar del Norte del Pacífico; y para pasar los vapores de este mar al del Norte, solo hay que atravesar dicho pequeño istmo: pudiendo asegurarse que cuando reine constantemente este viento por un cierto espacio de tiempo, existe la mayor probabilidad de que se verifiquen grandes lluvias generales en el espresado territorio, cuyas vertientes dan al Tajo, que es precisamente donde está Toledo, Madrid, &c.

75 Esto se halla perfectísimamente comprobado por las observaciones; pues todo el mundo reconoce y asegura como cierto, que la lluvia en Madrid se verifica, en el concepto ds las gentes, cuando el aire viene de Toledo; y entre las personas de mayores conocimientos, cuando la direccion del viento, que reina en Madrid, es Sur ó Sur-Oeste, que es la posicion que aproximadamente guarda la recta que se tire desde Madrid á la espresada ciudad.

Examinando cuales han sido los vientos reinantes con que ha llovido en Madrid, en el quinquenio que forman los años 1803, 1804, 1805, 1806, 1807, resulta que en todo este espacio de tiempo ha llovido 297 veces. De estas se han verificado 75 con el viento Sur ó del mediodia; 64 con el Sur-Oeste; 55 con el Sur-Este; 31 con el Oeste ó Poniente; 25 con el Nord-Oeste; 15 con el Este ó de Levante ú Oriente; 12 con el Norte; otras 12 con el Nordeste; 3 con el Oeste-Sur-Oeste; otras 3 con el Sur-Suroeste; 1 con el Sur-Sureste: y otra con el Este-Sur-Este. Aquí se advierte, que el máyor número de veces que ha llovido, se ha verificado con el viento *Sur* ó del *Mediodia*; lo que parece contradecir algun tanto nuestra opinion. Pero hay una circunstancia local para que el viento general del Sur ó del Sur-Oeste cambie algun tanto, como viniendo de hácia el Este ú Oriente. Esta circunstancia es la que sigue. Supongamos que venga una corriente atmos-

férica en la direccion opuesta á la corriente del agua del Tajo; y se tendrá que, al llegar esta corriente atmosférica al parage en donde el Tajo recibe al Jarama, parte de dicha corriente atmosférica seguirá por la madre ó álveo del Jarama, y no podrá desde allí estenderse directamente á Madrid, á causa de la colina que media entre el puente largo del Jarama y Madrid. Seguirá dicha corriente atmosférica el curso del Jarama; y en el parage donde este recibe al Manzanares, parte de dicha corriente vendrá por este rio; y el aire aparecerá en Madrid como si viniese del Sur ó del Sur-Este. Por manera, que si se hiciesen observaciones en Toledo y en Madrid ó en el puente largo, que se halla sobre el Jarama en el camino de Aranjuez á Madrid, debería resultar que cuando en Toledo ó en dicho puente reinase el viento Sur-Oeste, en Madrid se observaría el viento Sur y acaso el Sur-Este.

76 Tambien resultarán lluvias abundantes cuando sople el viento exactamente de poniente por Oporto; en cuyo caso habrá una cierta probabilidad de que llueva en Zamora, Salamanca, Valladolid &c.; pero no tanto como en los 3 casos anteriores; porque este viento solo podría traer los vapores formados en el mar que media entre Terranova y España, que nunca son tantos como los espresados en los casos anteriores, por ser menor la estension de dicho mar, y por haber ménos calor.

77 Examinadas ya las circunstancias, que han de concurrir, para que se verifiquen las lluvias en España, procedentes de vapores que se eleven en el mar, resta ahora averiguar si los conocimientos actuales pueden suministrar algun recurso para aumentarlas, y aun promoverlas, cuando á uno le pueda convenir. Si en el año de 1815, en que yo escribí mi Disertacion citada (36), me hubiese alguno preguntado si esto era posible, yo me hubiera estremecido al considerar esta cuestion, y la hubiera conceptuado no solo por quimérica é imposible, sinó aun de temeraria. Mas, en los 18 años que han transcurrido desde aquella época, está materia ha formado un asunto constante de mi meditacion; y ahora, no juzgo tan absolutamente imposible el que existan medios de conseguir este objeto, en general, y aun el que esto pueda hacerse cuando nos convenga; no dudo que esta opinion podrá causar sorpresa, así como á mí me hubiera dejado absorto, si me la hubieran anunciado en 1815 cuando me ocupaba de la mencionada disertacion: y para calmar algun tanto esta inquietud ó asombro, debo recordar otro hecho que con frecuencia se nos está presentando. Este es el que origina el rayo; hasta el tiempo de *Franklin* no se llegó á concebir la posibilidad de descargar las nubes de la electricidad; de conducirla al parage donde al hombre le acomode; y libertar de sus funestos efectos al edificio ó edificios que le convenga conservar. Esto es hoy ya bien sabi-

do de todas las personas que tienen algunas nociones de Física; causa todavía espanto y asombro á los que no las tienen; pero luego que en un Gabinete de Física ó en un Laboratorio de Química ven figurado el rayo y verificarse incendios donde el hombre quiere, desaparece aquel asombro ó espanto, y queda solo una respetuosa admiracion de los grandiosos efectos que puede conseguir el hombre, atacando la naturaleza por la via esperimental.

78 Los progresos, que despues han hecho las Ciencias acerca de la electricidad, son tales, que el hombre en el dia, en un recinto muy corto que puede ser menor que una vara cúbica, estando el tiempo sereno, en calma, en su propia casa, junto á su cama, ó mesa, puede desenvolver una fuerza tan inmensa, que no solo funde y liquida las sustancias y metales que mas resisten á esta operacion de la naturaleza, sinó que las volatiliza, en un instante acaso imperceptible; y sin que se estiendan sus efectos á ninguna parte del espacio ambiente, sinó al parage mismo donde el hombre quiere producir aquel terrible efecto. Pues si todos estos hechos se ven diariamente, ¿no se podrá concebir la posibilidad de atraer hácia puntos determinados de la tierra los vapores acuosos elevados en los mares cálidos, y condensándose en dichos parages terrestres, por los procedimientos que se han manifestado (§ 42 L. 1.) produzcan lluvias abundantes?

79 Nada se opone á poder concebir la posibilidad de un efecto tan maravilloso como importante. La dificultad, sin embargo, en atinar cuales podrán ser estos medios, es sumamente grande y embarazosa; y sobre la cual no hemos oido á nadie la mas mínima indicacion ni sospecha de su posibilidad. Y la meditacion constante, en los 18 años transcurridos desde 1815, me ha sugerido 2 idéas sobre este particular, que me parecen poder conducir á la consecucion de dicho objeto. La una es para aumentar en ciertos parages la lluvia en general, pero sin que el hombre tenga arbitrio de que esto se efectúe cuando y donde le acomode. Y la otra es, para que el hombre pueda hacer que á puntos determinados de la superficie terrestre, lleguen corrientes atmosféricas cargadas de vapores acuosos, que al condensarse por los medios espresados (§ 395 L. 3), produzcan lluvia. Ruego, pues al lector, que me escuche sin prevencion, en el concepto de que, si yo no acierto, acaso daré márgen á que otros mas felices puedan conseguirlo.

80 El 1.er medio se reduce á practicar algunas cortaduras en nuestras cordilleras de montañas, que diesen paso á las corrientes atmosféricas que condujesen los vapores acuosos procedentes de los mares del mediodia. En efecto, hemos dicho que aunque soplase el viento Este ó Sur, no se podría verificar lluvia en Granada, Baza, Huescar &c., si

los vapores acuosos no existiesen en regiones atmosféricas capaces de salvar la cordillera de montañas 13..18..17. Luego, si hubiese un boquete ó cortadura en dicha sierra, por ejemplo, entre Motril y Granada, ó entre Lorca y Baza, los vapores acuosos, aunque no estuviesen en regiones elevadas, no hallando obstáculo por aquella abertura, pasarían mas adelante de la Sierra y podrían causar lluvias en el terreno citado.

81 Si se hiciese otra cortadura en Sierra Morena, podrían pasar por ella estos vapores, aunque no estuviesen elevados, y causar lluvia en la Mancha; y concibiendo otra cortadura en las sierras, que están mas al Norte, podría dar paso á vapores acuosos que, condensándose, podrían producir lluvia en Toledo, Aranjuez, Madrid, &c. y luego en Valladolid, Burgos &c. Resulta de todo esto, que haciendo cortaduras en todas las cordilleras de España, un mismo viento podría originar lluvias en toda la estension del territorio de la Península á un mismo tiempo, ó con intervalos poco diferentes; y no que en la situacion actual, no pudiendo pasar los vapores las cordilleras de montañas, podrá suceder que esté lloviendo 15, 20, 30 y mas dias en la parte de España comprendida entre el Mediterráneo y la Sierra Nevada y Serranía de Ronda, donde se anegasen los campos, sin que cayese una gota de agua en Granada, Úbeda &c.

82 Hemos visto (73) que las grandes riadas ó avenidas del Guadalquivir en Sevilla se verifican (72) con el viento, cuya direccion forme con el meridiano hácia el Oeste unos 22½ grados. Estas son muy frecuentes, y á buen seguro que duran bastante tiempo y causan enormes daños: pudiendo suceder, que al mismo tiempo que estén anegados en todo el territorio, cuyas vertientes van al Guadalquivir, estén secándose los campos de Lorca, Murcia, Topares &c., y tambien de la Mancha; y si hácia Topares, Huescar ó el punto 18 se hiciese una cortadura en aquella cordillera, pasarían gran parte de los vapores acuosos á causar lluvias y fertilizar el terreno de Lorca, Murcia, &c. y todos los que pasasen hácia este lado, disminuirían los efectos perjudiciales de las riadas ó avenidas en Sevilla; consiguiéndose 2 ventajas muy considerables á un tiempo, cuales son: el disminuir los funestos daños de las avenidas en Sevilla, y aumentar las lluvias en Lorca, Murcia &c. donde tanto escaséan.

83 Estas reflexiones se pueden hacer estensivas á otros puntos de la Península. Y este procedimiento evitaría el que el esceso de lluvias en un parage causase perjuicios, al mismo tiempo que una horrenda sequía los originase tambien en parages no muy distantes y limítrofes; pues sería posible entónces el que lloviese en toda España con cualquier

viento, Por consiguiente, las lluvias serían mas frecuentes; puesto que entónces aun con el viento norte podrían verificarse en Rioseco, Valladolid &c., si se hiciese una cortadura en las montañas de Santander; y aun podría verificarse en Madrid llover con dicho viento, si ademas de la cortadura espresada se hiciese otra en las cordillleras de Somosierra, cuando ahora se puede asegurar terminantemente que con viento norte decidido jamas lloverá en Madrid.

84 Ahora, se preguntará si es ó no posible hacer semejantes cortaduras. Nuestros Abuelos, y acaso nuestros Padres, opinarían por la absoluta imposibilidad; pero los que tengan noticias de las grandes obras y dificultades que se vencieron en tiempo de Napoleon para atravesar los Alpes; de la construccion del canal *Caledonio* en Inglaterra, de que hemos hablado (§ 64 L. 4), y de otras obras hechas en nuestros dias, opinarán de un modo muy diferente que nuestros antepasados. Y para poder examinar hasta qué punto son exactas estas deducciones, sería muy útil y conveniente que, pues ahora se publica un Boletin en cada provincia, se hiciesen en todas las capitales observaciones meteorológicas que se publicasen en dicho Boletin: lo cual serviría no solo para este objeto, sinó para el que se espresa en la disertacion citada (36).

85 El otro procedimiento se estiende á mas; y es, á originar lluvias generales, procedentes de vapores acuosos elevados en los mares cálidos, en el parage que nos acomode y cuando nos convenga. Esto sería ya de mayor trascendencia. Fijémonos pues en 4 parages de España, cuales son: los que tienen sus vertientes al Ebro, en cuyo distrito se comprende Navarra, Aragon y Cataluña; los que las tienen al Guadalquivír, que forman la mayor parte de la Andalucía; los que tienen sus vertientes al Guadiana, que comprende la Estremadura y Mancha; y los que tienen sus vertientes al Tajo, que abrazan parte de Estremadura, y las provincias de Toledo, Madrid, Guadalajara &c. Hemos visto (71) que reinando el viento Sur-Este en el 1.^{er} distrito, hay gran probabilidad de que llueva; en el 2.° cuando reine (72) un viento, cuya direccion con el meridiano sea de unos $22\frac{1}{2}$ grados, que es el que se designa (§ 504 II C) Sur-Sud-Oeste; en el 3.° cuando reine el viento Sur-Oeste; y en el 4.° cuando reine el mismo Sur-Oeste. Luego todo está reducido á promover una gran corriente atmosférica en cada uno de estos distritos, en la direccion de los vientos que acabamos respectivamente de indicar. Pero ¿cómo se podrá originar una gran corriente atmosférica en un parage determinado y con una direccion tambien determinada? Esto aparecerá igualmente como imposible, temerario y maravilloso; pero reflexionando acerca de los recursos que en el dia posée el hombre, podrá suceder que *esto sea realizable con mu-*

chas ventajas y economía, ó mas bien *produciendo utilidades muy grandes y de naturaleza diferente.* En efecto, si nos remontamos al orígen de los vientos, hallarémos (§ 503 IIC), que proceden de que el calor, dilatando las capas atmosféricas rompe su equilibrio, dando orígen á que se reemplacen las capas que se dilatan, y que por lo mismo suben, por otras afluentes mas pesadas ó densas. Luego, si en un parage determinado formásemos grandes hogueras, estas por una parte consumirían gran porcion de aire atmosférico, y habría esta cantidad ménos en aquel parage de la atmósfera; y por otra, dilatarían todas las capas atmosféricas de las inmediaciones, se elevarían dichas capas, y hácia donde estuviese el hogar, afluirían de todas partes las capas inferiores; luego ya tenemos reducida la cuestion á colocar estas grandes hogueras de modo que las capas afluentes que reemplacen el aire consumido y las capas dilatadas, vengan en la direccion que conduzca vapores acuosos á cada parage, procedentes de los mares cálidos; pero si formamos estas grandes hogueras de modo que sean por sí mismas de la mayor importancia industrial, y capaces de producir la prosperidad de un pais, tendrémos que la cuestion ya está circumscripta á colocar estos establecimientos industriales en los parages que originen una corriente atmosférica, tal que conduzca allí vapores acuosos de los mares cálidos.

86 Uno de los mas importantes establecimientos industriales, que hoy forman la colosal riqueza y poderío de la Gran Bretaña, es el de los *hornos altos* destinados á la elaboracion del fierro, de los cuales hay mas de 300 en dicha Nacion. La España, que posée montes de fierro, como indicarémos en la obra intitulada *Riqueza mineral*, no tiene, ó al ménos yo no sé que tenga mas que dos hornos altos en los establecimientos de que hemos hablado (nota del § 329 L. 3), de los cuales el uno me consta que se halla parado.

87 Si la España llegára siquiera á establecer cincuenta, sesenta, ó cien hornos de éstos, pues tiene elementos para ello, sería sumamente feliz; estos hornos producen tanta mayor utilidad cuanto mas tiempo duran encendidos, y suelen estarlo sin interrupcion de dia y de noche por espacio de 3, 4, 5, 6, 7, ó mas años, consumen una cantidad de aire atmosférico muy estraordinaria. Por consiguiente, colocando cierto número de estos hornos, en las orillas del Ebro á diferentes distancias, como en Tortosa, Zaragoza, Logroño, Frias, &c., resultaría que todo el aire que consumiesen, y las capas atmosféricas inmediatas que dilatasen, se reemplazarían por corrientes atmosféricas de las partes mas bajas; y como estas partes mas bajas son precisamente la corriente de las aguas del Ebro, resultaría que en direccion opuesta á la espresada corriente de agua, se verificaría una corriente atmosférica, la cual ha-

llándose reemplazada por la corriente cargada de vapores del Mediterráneo y de toda la direccion hasta el istmo de Suez, conducirían allí vapores que podrían producir lluvias, &c. Lo mismo sucedería poniendo hornos altos en la direccion del Guadalquivír, del Guadiana, del Tajo, y aun del Duero y Miño. De todo esto, se podrá concebir la posibilidad, reflexionando acerca de lo que se verifica en nuestras chimenéas, en que para renovar el aire que consume el fuego, y el dilatado que sube por el cañon, se forma una corriente afluente por la puerta ó por las ventanas, aunque todo el aire de la atmósfera se halle en la mas completa calma. Luego, si el hombre en su casa puede formar una corriente de aire en la direccion que le acomode, aunque la atmósfera esté quieta y tranquila, por identidad de razon, aumentando las hogueras, podrá conseguirlo mas en grande en los campos &c. No debemos dejar de indicar, que la colocacion de estos hornos debería sin embargo conciliar las circunstancias de abundar el mineral, combustible y fundente, para que proporcionasen, ademas por sí mismos, las inmensas ventajas de que son susceptibles.

SEGUNDA PARTE. *Medios de promover la lluvia, rocío, relente &c., por los vapores formados en los mismos parages de la tierra, donde se necesita la humedad.*

88 Los procedimientos que vamos á proponer en esta 2.ª parte para causar lluvia, rocío, relente &c, no son de tan asombrosa é imponente magnificencia como los que espusimos en la 1.ª; pero en cambio, son mas seguros, mas fáciles de comprender, ménos difíciles de ejecutar, mas á los alcances de todos, y de utilidades por otra parte mas conocidas. Hemos reputado (§. 60 L. 1) que, poniendo en ejecucion el sistema de navegacion que se establece en el Lib. 9, tenemos, que, en el territorio de la Península, resulta "una superficie cubierta con agua de 2ⓢ600ⓢ000ⓢ000 pies cuadrados; esto es, de *dos mil seiscientos millones de pies cuadrados*;" esta es la superficie de las aguas en la parte donde se establece la navegacion; pero la superficie de las aguas corrientes, en que no se establece navegacion, teniendo presente el aumento de manantiales, que resultarán por nuestro sistema (24), se deben reputar lo ménos en otros *dos mil seiscientos millones de pies cuadrados* de superficie de aguas en que no se podrá establecer navegacion, pero que producirá evaporacion, y por consiguiente vapores acuosos, que pasando á la atmósfera durante el dia, se condensarán en circunstancias á propósito en las regiones superiores, y producirán despues lluvias, nieve, rocío, &c. Luego reuniendo estas dos cantidades, se tienen *cinco mil y doscientos millones de pies cuadrados* de superficie de aguas, capaces de producir evaporacion; y para calcular siempre, quedándonos cortos, omitirémos

los *doscientos millones* de pies cuadrados, y tomarémos únicamente *cinco mil millones* de pies cuadrados de superficie de agua para producir evaporacion.

89 No existen esperimentos suficientemente adecuados acerca de la cantidad de agua que se evapora. Mr. *Fabre* en la obra citada (§ 21 L. 9) dice pág. 19. "En la parte meridional de la Francia, la evaporacion anual sobre la superficie de los lagos y estanques, es ordinariamente de 36 pulgadas (se supone *francesas*, que hacen 42 esp.); cuando reinan muchos vientos ó grandes calores, aumenta hasta 40, que en general es allí su *máximo*. Algunas veces tambien es menor que 36 pulgadas, por la razon contraria. Pero 36 *pulgadas deben considerarse como* el término medio de la evaporacion ánua en todo el mediodia de la Francia. Se conoce fácilmente que esta evaporacion debe ser mayor en los paises mas próximos al ecuador, y menor en los mas cercanos á los polos, siendo los 1.^{os} mas calientes y los 2.^{os} mas frios. Sin embargo, como la parte meridional de Francia se halla á la latitud media de 45 grados, podemos considerar la evaporacion media, que allí se verifica, como la evaporacion media sobre toda la superficie del Globo. Así, *la evaparacion media y anual, que tiene lugar sobre los mares, lagos estanques, pantanos, arroyos y rios en toda la superficie del Globo, debe presumirse de unas 36 pulgadas.*" Este resultado es sumamente interesante para diversos objetos, y entre ellos para la deduccion que hace inmediatamente el Autor, pues dice: "De donde es fácil concluir, que *la evaporacion que se verifica sobre las aguas diseminadas en la superficie del Globo, basta ampliamente para suministrar la necesaria á las lluvias.*" Mas para el objeto que nosotros necesitamos aquí hacer uso, no puede servirnos este resultado; por lo que, hemos puesto (nota del § 356 L. 3), la cantidad de agua que se evapora aun en el rigor del invierno en las 24 horas del dia; y para presentar aquí, si no con toda la exactitud que desearíamos, al ménos, un tipo de cálculo que pueda servir de norma para esta investigacion, he hecho observaciones acerca de la evaporacion en los dias 22, 23, 24, y 25 de mayo del presente año de 1833 al ocuparme de este asunto; y resulta *por término medio aproximado, que, al aire libre, desde el salir el sol hasta ponerse, en cada uno de estos dias, que no distará mucho de poderse considerar como medio aproximado, se evapora una columna de agua, cuya base es la superficie del agua que se halla en contacto con el aire atmosférico, y la altura es de 0,01 de pie español aproximadamente*; luego si multiplicamos los *cinco mil millones de pies cuadrados de agua* por 0,01 de pie, nos resultan 50(3)000(2)000 de pies cúbicos de agua, que pasarán diariamente á la

atmósfera; y que por la noche se condensarán en forma de lluvia, rocío, relente, escarcha, &c., segun las circunstancias.

90 Tambien hemos visto (§ 376 y 377 L. 3) la prodigiosa cantidad de vapores que los vegetales comunican á la atmósfera. Y como por el sistema que nosotros establecemos, todos los campos arables están verdeando con cereales ó plantas de forrage en prados ó alternativa de cosechas, y los campos no arables, resultan por nuestro sistema (§ 345 L. 8) sembrados de plantas de pastos, de colitui, de alfalfa árbol, plantas que siempre están cubiertas de hojas verdes, y que suministran por consiguiente á la atmósfera vapores acuosos; hemos propuesto que las orillas de los rios, todas las vertientes de aguas, ya permanentes, ya pasageras ó accidentales, se tengan siempre pobladas de árboles análogos á sus situaciones respectivas; y en el (§ 14 L. 1), así como en el plan de ejecucion, nos proponemos que hasta en las cimas ó cúspides de las montañas se planten los árboles que mas utilidad puedan reportar en cada situacion; resulta que, por todos estos motivos, la superficie de nuestro territorio se hallará cubierta, ó de agua, ó de vegetales en toda la parte que no ocupen las poblaciones,

91 Ahora bien, hemos calculado (§ 5 L. 1) que los pies cuadrados que tiene de superficie el territorio español, es el de 5””943’400”000’000. Los que suponemos cubiertos de agua son 5’000”000’000; por tanto, si dividimos el número anterior por este último, nos resultará de cociente 1188; y suponiendo que las poblaciones ocupen tanto como las aguas, cosa que no es tanto ni con mucho, resulta siempre que la parte de superficie que por nuestro sistema se halla cubierta de vegetales, será lo ménos 500 veces mayor que la superficie de las aguas; y suponiendo, para dar un tipo de este cálculo, que la evaporacion de los vegetales sea solo el doble de la evaporacion que produce el agua, en lo cual nos parece quedarnos cortos respecto de lo expresado (§ 376 y 377 L. 3), se deduce, que *la cantidad de vapores acuosos que producirá la traspiracion de los vegetales, debe reputarse mil veces mayor que la cantidad de vapores que suministran las aguas; luego serán* (89) *cincuenta mil millones*, que reunidos á los *cincuenta millones* que suministra la evaporacion directa de las aguas, componen entre todos 50’050”000’000 *de pies cúbicos de agua*, que, durante el dia, pasan á la atmósfera, y que por la noche y aun por el dia en las variaciones de temperatura, se precipitarán en forma de lluvia, rocío, relente, y tal vez bajo forma de granizo, nieve ó escarcha, segun las localidades y circunstancias atmosféricas. Si multiplicamos esta cantidad por los 365 dias que tiene el año, nos resultarán 18””268’250”000’000 pies cúbicos, y como la cantidad de lluvia natural que actualmente cae al

año la tenemos calculada (§ 11 L. 1) en 1422858250020002000, resultará, que la cantidad de lluvia que promovemos por nuestro sistema es mayor que la que ahora cae naturalmente. Luego, con la realizacion de cuanto llevamos espuesto, y solo por los procedimientos de esta 2.ª parte, habrémos conseguido que caiga mas que doble cantidad de agua, de la atmósfera á la tierra, que la que cae actualmente, y *habrémos proporcionado á la España mas que dupla humedad de la que actualmente posée.* Y aunque en los datos, que conducen á esta conclusion, haya la incertidumbre, de que hemos hablado, por falta de numerosos y adecuados esperimentos, con todo, la conclusion de que *por estos procedimientos resultará en España mucha mas humedad*, no podrá ménos de considerarse como verdadera. Y como este aumento de cantidad de agua, que pasa diariamente de la tierra á la atmósfera, y despues se precipita de la atmósfera á la tierra, se verifica paulatina y continuamente, no producirá inundaciones ni desustanciará los terrenos; y por consiguiente, *habrán resultado todas las ventajas de una humedad continua, dulce y constante, que vivificará toda la naturaleza, sin que resulten ningunos inconvenientes.*

CAPÍTULO II.

Hechos, datos, noticias y reflexiones, que conducen á pensar, que la causa de las ciciones, tercianas, cuartanas, ó en general, de las fiebres intermitentes, que tanto afligen á la España, procede mas bien de falta de agua, que de la abundancia de este líquido; y por consiguiente, que con hacer húmedo el terreno de España, se conseguirá el que desaparezcan acaso enteramente, ó al ménos disminuyan, esas especies de epidemias, que tantos estragos causan en la poblacion de la Península, y que el clima se haga mas benigno, sano y provechoso.

92 Por los métodos cnotenidos en esta obra, y mas particularmente en este libro y en los 8.° y 9.°, se conseguirá indudablemente hacer húmedo el terreno español; mas ahora debemos examinar, si el logro de semejante objeto podrá causar el inconveniente que se supone originan las aguas; es decir, el azote cruel y desolador que aflige á los pueblos, bajo los nombres de *ciciones*, *tercianas*, *cuartanas* ó en general *fiebres intermitentes.* En efecto, siendo la opinion comun, bien ó mal fundada, que el agua y la humedad son el orígen de las enfermedades, que con dichas denominaciones abundan tan generalmente en España, faltaríamos á nuestros mas sagrados deberes, si no espusiésemos nuestras idéas, para dar á conocer que el convertir en húmedo el clima

y terreno Español, tan léjos de originar tercianas y todas las enfermedades que se les parecen, las minorará y aun tal vez las hará desaparecer totalmente.

93 Nos dirigimos, pues, á probar, que *dichas enfermedades provienen mas bien de falta de agua, que de un esceso de ella.* Esta opinion parecerá repugnante, y acaso ridícula; pero ruego á los lectores que suspendan el juicio; y que, libres de toda prevencion, se preparen á oir imparcialmente mis razones, que procuraré manifestar, apoyándolas en la esperiencia y en la teoría.

94 Principiemos por la esperiencia. Yo he residido tres veranos en la provincia de Guipúzcoa, que es una de las mas húmedas de España, tanto por llover con mas frecuencia, como por correr mas arroyos ó manantiales de agua; y nunca he oido hablar en dicha provincia de que las tercianas sean en ella una plaga ó enfermedad reinante, que pueda considerarse como una calamidad, segun se verifica en las provincias del centro y mediodia de España; y si ha llegado á mi noticia que alguno haya padecido esta clase de enfermedades, han atribuido su causa á cualquier efecto ó predisposicion particular; pero nunca á una causa general, como la de la humedad de la atmósfera, la del terreno, la de las lluvias frecuentes, ni la de las corrientes de agua que circulan por todas partes; luego tenemos ya un hecho real y positivo, de que no puede dudarse, pues está tomado de lo que se verifica en nuestro pais; y por lo mismo, podemos ya deducir que *la humedad no es la causa de las tercianas*, puesto que, en una de las provincias mas húmedas de España, casi no se conocen, al ménos como plaga devoradora.

He viajado por Francia, Inglaterra y Holanda, que son todavía paises mucho mas húmedos que Guipúzcoa, y en que llueve mucho mayor número de dias, y nunca oí que *las tercianas fuesen enfermedad endémica en dichos paises, ni verdadero azote para la humanidad*, como se verifica en nuestras provincias del centro y en las meridionales: habiendo notado en Holanda, pais no solo húmedo, por llover con mucha frecuencia, sinó, porque casi todo él es pantanoso, que en ninguna parte del mundo tienen las personas señales esteriores mas positivas y auténticas de salubridad; pues todas tienen unas carnes sumamente frescas y hermosas. Esto prueba de un modo positivo, que las tercianas no provienen de la abundancia de aguas aunque sean estancadas, sinó de los alimentos ó malas aguas que se beben, y otras causas.

95 Tengo la mayor satisfaccion, en prueba de lo que acabo de manifestar, que *Don Francisco Javier Cabanes*, en las pág. 125 y 126 de su *Guía de Corréos*, hablando de la Acequia Canal de Urgel, dice: "y la frecuencia con que en ella se esperimentan sequías, á que por lo

comun se sigue perdicion de cosechas, enfermedades y despoblacion." Aquí vemos que las sequías producen enfermedades; lo cual corrobora nuestra idéa de no originarse por la abundancia de agua.

96 Ahora bien, pues que en las provincias del centro y en las meridionales de España, donde llueve muy raras veces, no hay humedad en la atmósfera, el terreno tiene una sequedad y aridez que espanta, y son tan escasas las corrientes de agua, es precisamente donde se reputan las tercianas por una plaga desoladora, que estermina la poblacion del modo mas cruel, es de inferir, segun los principios de una sana Lógica, que *las causas de las tercianas y demas enfermedades intermitentes ó reputadas como tales, provienen mas bien de la falta de humedad, que de un esceso de ella.* Luego, haciendo húmedo el clima, terreno y temperamento de España, lograrémos minorar y tal vez estinguir la plaga tercianaria.

97 Sin embargo, es de la mayor importancia el examinar de donde procede el clamor universal de todos los que atribuyen á las aguas, la causa general de las tercianas; y verificándolo escrupulosamente, hallamos confirmada nuestra idéa, de que *el orígen de las tercianas es la falta y no el esceso de agua*, corroborando los hechos semejante asercion. En efecto, las gentes atribuyen, y con mucha razon, el orígen de las tercianas á ciertos parages húmedos, encharcados ó pantanosos, que hay en varias localidades de los pueblos, y que producen dichas enfermedades; pero verificándose esto precisamente en el verano y principio de otoño, que es cabalmente cuando ha desaparecido en todo ó en la mayor parte el agua de dichos parages pantanosos, es prueba nada equívoca, y sí la mas convincente y decisiva, de que las tercianas provienen no de esceso de agua, sinó de falta de ella: pues que en el invierno, cuando todo está húmedo, y aun encharcado, no se adquieren las tercianas. Por manera, que aquí puede suceder una cosa análoga á la que se verifica con el agua y el fuego. El agua, en poca cantidad, aumenta la intensidad del fuego, como se comprueba diariamente en todas las fraguas, pues para aumentar su efecto, echan agua con una escobilla sobre las brasas; y la misma agua, echada en mucha cantidad, apaga no solo las mismas brasas, sinó los mas voraces incendios. Luego nada se opone á que sea posible el que *el agua en poca cantidad produzca ó aumente la plaga desoladora de las tercianas; y en mucha cantidad la estinga absolutamente.*

98 Aunque todos estos hechos son positivos y notorios; y en materias de esta naturaleza han de tener la decisiva, cuantas deducciones proceden de la observacion y de la esperiencia, y por lo tanto, podríamos dar por terminado este asunto, con todo, juzgamos de la mayor

importancia, el dar la razon ó fundamento de tales hechos, deduciéndolo de cuanto hasta el presente ha dado á conocer lo mas sublime de las Ciencias.

99 Es de tal importancia el contenido de este capítulo, que si yo tuviera la fortuna de desempeñarlo con la competente claridad, podrían desaparecer cuantas idéas poco favorables, y tal vez perjudiciales en estremo, pudieran suscitarse contra mis raciocinios; y por lo tanto procederé á insertar cuantas noticias y apuntes he podido adquirir, y que contengan idéas que sirvan de base á lo que sobre esta materia pueda conducir.

100 En el año de 1804 hubo en Castilla una epidemia tan desoladora de tercianas, que muchos pueblos quedaron enteramente yermos. *Don Antonio Cibat* viajó accidentalmente por dicha provincia en 1806; y al ver por sí mismo desastres tan horrorosos, publicó una *Memoria*, cuyo estracto vamos á insertar.

101 Dicho Profesor divide su discurso "en 3 consideraciones, dirigidas á probar: 1.° que las tercianas, de endémicas han pasado á ser epidémicas; 2.° que las tercianas han pasado á ser epidémicas por el descuido con que se han mirado las causas que las habían hecho endémicas, y por el abandono ó inexactitud en los métodos con que se ha tratado la misma enfermedad: 3.° con qué medios podrán precaverse y destruirse." Nosotros nos limitarémos á presentar lo que dice, en general, acerca de las causas y remedios principales..... "Los lugares pantanosos, dice, pág. 3, son naturalmente enfermizos, porque se separa de sus aguas encharcadas una materia aeriforme, conocida con el nombre de *gas hidrógeno de los pantanos*; gas que es la verdadera causa de las tercianas que en ellos se padecen........ Las tercianas son endémicas en los lugares pantanosos; porque muriendo y pudriéndose en sus aguas varios animales y plantas, de su descomposicion ó reduccion á sus principios, resulta la formacion del gas que las produce." Indica algunos hechos para confirmar su opinion, los que le "afirmaron, dice, pág. 5, el concepto que había formado, de que á la influencia y accion de este gas, se debían las tercianas endémicas de los lugares pantanosos. La graduacion sucesiva con que, segun tengo esperimentado, procede el gas de los pantanos, en sus efectos, ó en la produccion de las tercianas, es la siguiente: debilita el principio, afloja la piel y tejido ó esponja celular, disminuye despues su virtud orgánica, &c. &c......" El gas hidrógeno de los pantanos "se levanta de las aguas cenagosas y podridas en las estaciones del año en que el lumínico, por su direccion, obra con una fuerza capaz de descomponerlas, y descomponer tambien á los animales y vegetales que mueren y se corrompen en sus

fondos...... Lo espuesto manifiesta cual es la verdadera causa que produce las tercianas......Supuesto, pues, (dice pág. 72) que la causa de las tercianas benignas ó endémicas nace del suelo en que se padecen, y que por no haberse destruido en su orígen, se han multiplicado sus efectos y acciones, de modo que han llegado á agravarse, en términos que han adquirido el carácter de epidémicas y contagiosas.....para proponer los medios de preservarlas y destruirlas, seguirémos el mismo órden con que nacieron, crecieron y se multiplicaron, y así tratarémos.......del modo de desorganizar y destruir el gérmen, miasmas ó semillas epidémicas.....Los ejemplos de los hombres grandes, que nos han precedido, son los que nos señalan la ruta que debemos seguir, y los que nos persuaden la necesidad é importancia de barrer con aguas corrientes los pantanos y charcos, ó bien desaguarlos para hacer saludables los lugares enfermizos, y evitar las epidemias desoladoras....."

102 A pesar de que yo estoy convencido de que, por los medios que propongo, han de disminuir estas calamidades, sin embargo, como es tan importante cuanto tenga relacion á conservar la salubridad, he consultado á un Profesor muy acreditado en la ciencia de curar, acerca de las causas de las tercianas, y de las precauciones necesarias á evitarlas; y despues de muchas reflexiones y conferencias, me dictó lo que sigue. "Las fiebres intermitentes, á cuyo órden pertenecen las tercianas y cuartanas, no reconocen una causa ó motivo determinado; pues aunque ordinariamente se observan con mas frecuencia en los lugares húmedos y pantanosos, no es infrecuente que resulten así de pasiones de ánimo, y con particularidad las deprimentes, como del uso de malos alimentos &c. &c. La esperiencia ha comprobado que las tercianas y cuartanas se padecen particularmente cuando las habitaciones de los que las sufren, se hallan al poniente de los espresados lugares pantanosos ó de los rios, y con especialidad si se esponen á recibir su impresion por la mañana, ántes de estar bastante levantado el sol, ó por la noche viniendo el viento de levante, como sucede todas las mañanas al salir el sol.

"Como suelen atribuirse con preferencia á las emanaciones, sea de aguas estancadas ó corrientes, y hubiesen observado los antiguos la utilidad de los álamos blancos en las orillas é inmediaciones de los rios, para precaver estas fiebres ó calenturas, se dedicaron algunos modernos á averiguar por qué los espresados árboles podían prestar este beneficio, que atribuyeron á la facultad que estos tienen de absorver el gas hidrógeno; de donde se ha deducido que este gas, que resulta de la descomposicion de las emanaciones del agua, es el agente mas comun de dichas calenturas: en términos, que indubitablemente las ocasiona,

si el viento no se opone á que se acumule este gas en bastante cantidad para que las contraigan los que se sujetan á su impresion. Y á fin de que las personas, cuyas habitaciones están próximas á lugares húmedos, puedan precaverse de las tercianas ó cuartanas, insertarémos aquí las precauciones que deberán tomar, y son las siguientes: 1.ª que procuren colocarse á la parte del Oriente de las aguas, ó mas generalmente en los parages donde los vientos dominantes en Verano y en Otoño no vengan del sitio por donde estén las aguas; 2.ª que no salgan de casa hasta que esté algo levantado el Sol, y se retiren á ella en cuanto este se ponga; 3.ª que los que precisa ó indispensablemente hubiesen de habitar á la parte de poniente de las aguas, no abran las ventanas de sus habitaciones, que miran al oriente, hasta despues de haberse levantado bien el Sol; 4.ª en general, que no salgan de sus casas ó barracas en ayunas, sino que ántes tomen algun alimento con un poco de vino, cualquiera que sea la colocacion de sus habitaciones respecto de las aguas ó aires reinantes; 5.ª en general, que en todas circunstancias procuren recibir lo ménos posible la impresion del viento, que soplando del parage donde se hallen las aguas, pueda venir impregnado de las indicadas emanaciones."

103 Deseando todavía conseguir mayor acierto, conferencié con las personas que habitan comunmente en el canal de Manzanares, que por las razones que se han manifestado (§ 173 L. 9), y que aun esplanarémos (118), es el parage mas expuesto á todo género de enfermedades; y de dicha conferencia resultó que "las tercianas en dicho canal de Manzanares, se verifican en las dos estaciones en que generalmente se adquieren en todas partes, que son desde el fin de la primavera hasta la entrada del Otoño. Realizándose lo que generalmente se verifica, en todas partes, de que las adquiridas en Otoño, son de las mas malignas y duraderas. En el invierno es muy sano todo el terreno próximo al canal."

104 Por noticias tomadas de los facultativos, que asisten á los vecinos de la Diputacion ó Junta de Caridad del barrio de S. Lorenzo de Madrid, que es donde habitan la mayor parte de los trabajadores del canal, resultan las mismas noticias acerca de las épocas en que se contraen las tercianas; y ademas, que contribuyen á ellas, los malos alimentos, particularmente las muchas y malas frutas que comen, y con especialidad el pepino, el melon, y tambien en mi concepto el tomate crudo y solo; reuniéndose á esto el que, como en las casas de dicha parroquia, hay muchos montones de estiércol, en llegando á llover, se empapan de agua, y fomentan de la putrefaccion, agregándose aun el ser esta mucho mayor, cuando proviene la descomposicion del estiércol de cerdo. Tambien resulta por otras noticias, que en Estremadura, la

Mancha, y en general en la mayor parte de España, aparecen las tercianas desde el mes de Mayo, ó con mas propiedad desde que empieza á picar el sol; se hacen mas malignas en el rigor del verano, y adquieren este carácter mas grave, desde que principia á caer la hoja de los árboles y dipositarse en los charcos procedentes de las lluvias, causando mayor putrefaccion; continúan así hasta mediados de otoño; y desde esta época hasta mediados de primavera, no son tan temibles, y sí mas fáciles de cortar. Las que acometen en la primavera ceden en el invierno; las de verano y otoño son mas rebeldes. Solo se adquieren hasta fin de otoño ó principio de invierno; casi nunca acometen por enero.

105 De cuanto acabamos de insertar, resulta que todos se hallan contestes, y yo estoy plenísimamente convencido, de que una de las causas mas principales de las tercianas es el *hidrógeno*, y mas particularmente el *hidrógeno de los pantanos*; y que la época, en que se adquieren, son el fin de la primavera, verano y otoño, que es cuando escaséa el agua en la superficie de la tierra; luego parece que esto comprueba el que la causa de las tercianas proviene mas bien de falta de agua que de sobra de ella. Lo que hemos insertado (101) de *Don Antonio Cibat*, en que dice que *barriendo con aguas corrientes las estancadas, se minorará la plaga tercianaria*, es muy cierto y positivo, y coincidimos en gran parte; pues, segun mi opinion, aumentando las aguas, aunque no sean corrientes, disminuirá tambien dicha plaga.

106 Despues de haber insertado cuantas noticias he podido adquirir, y los remedios que, en sentir de otros, son adecuados, juzgo indispensable hacer algunas indicaciones, que podrán despues desenvolver con mas estension las personas á quienes directamente compete; y para conciliar la claridad con la exactitud, presentaré, bajo un solo punto de vista, cuanto falta manifestar sobre tan importante asunto, demostrando: que *de poner en ejecucion el contenido de esta obra, resultarán, ademas del regadío, navegacion, y aumento de productos agrícolas para satisfacer las necesidades y aumentar los goces, estas tres importantes ventajas*: 1.ª *El terreno de España se hará mas saludable*; 2.ª *el clima de España se hará mas benigno, agradable y provechoso*; y 3.ª *se extinguirá, ó al ménos se disminuirá considerablemente, la plaga tercianaria, que hoy causa tantos estragos.*

107 1.ª Para demostrar que, con realizar el contenido de esta obra, se hará mas saludable ó salutífero el terreno de España, debemos observar, que en virtud de lo manifestado (§ 382 II C), todos los cuerpos de la naturaleza, comprendiendo la *fluorina ó tore*, pueden redu-

cirse á 56 sustancias ó cuerpos simples; y agregando el *bromo*, descubierto en 1826, ascienden á 57. De estas sustancias ó cuerpos simples, hay 4 que tienen la forma de gas; de los cuales solo el *oxígeno* es el que coopera tan directa, eficaz y poderosamente para la *respiracion*, que sin él (§ 473 II C) no se puede ejercer esta importante operacion de la naturaleza. De donde resulta, que el *oxígeno es mas indispensable para la existencia de todos los vivientes, que la comida y la bebida.* En efecto, una persona podrá muy bien vivir sin comer ni beber un cierto número de dias; pero no podrá vivir ni un cuarto de hora, si le falta gas *oxigeno* que respirar. De esto nos podemos convencer á cada instante, sin mas que colocar un animalito como un raton, un pájaro &c., debajo de una cazuela ó de un vaso que esté boca abajo; como se indica (fig. 144 lám. 12), pero algo superior á su boca; y se notará que á muy poco tiempo el animalito, habiendo consumido la parte de oxígeno que hubiese en la capa de aire superior á la boca, morirá repentinamente. Sin tanto aparato, con mas sencillez, y sin perjudicar á ningun viviente, se puede conseguir patentizar esta verdad. Basta poner una cerilla encendida debajo de un vaso invertido, mas arriba de su boca, como representa la (fig. 145 lám. 12); y se notará, que al instante se apaga la cerilla; porque consumido la parte de oxígeno que contiene el aire atmosférico, que se halla en un principio dentro del vaso, va quedando en la parte superior solo el azóe; y desde que se principia á introducir la cerilla encendida, como empieza á disminuir la cantidad de oxígeno, principia á debilitarse la llama; y se apaga enteramente, consumido que sea todo el oxígeno de la capa superior al pábilo. Y como los efectos de la respiracion son en un todo análogos á los de la combustion, resulta que, en cualquier parage donde una luz no pueda arder, ningun animal puede vivir.

108 Se deduce pues de todo esto, que la persona mas robusta, que se acabase de levantar de la mesa mas opípara, y en el estado de mejor salud, si se le precisase por ejemplo á poner su cabeza debajo de una cuba, ó donde está el badajo de una campana de nuestras torres, moriría infaliblemente en muy pocos instantes. De todo lo cual, se infiere, que *aun mas cuidado se necesita en que no falte el oxígeno, que en que no falten los comestibles y la bebida.*

109 Ahora bien, no se conoce otro medio de producir el oxígeno espontáneamente en la naturaleza, sinó el que *dé la luz en la parte verde de los vegetales*; y como nuestros campos generalmente en la actualidad, y sobre todo en la Mancha, Estremadura, parte de las Andalucías, Castillas &c. desde julio ú agosto hasta octubre ó noviembre no

presentan en la estension de muchísimas fanegas, y aun de muchas leguas cuadradas de terreno, tan solo una parte verde vegetal, resulta que escaséa del todo la produccion de oxígeno; y como hay un consumo real y efectivo, ya en la combustion, ya en la respiracion de los animales, y no se reemplaza por el contacto de la luz con las partes verdes de los vegetales; y en su lugar, con el contacto de la luz en el terreno, y el escesivo calor, se descomponen los cuerpos y la misma agua, produciendo gases perjudiciales á la salud, no pueden ménos de hacerse mal sanos todos los parages donde se carezca de vejetales.

110 Y como por el sistema que tenemos propuesto en esta obra, todo el territorio español, excepto la porcion que ocupan las poblaciones y las aguas, se halla cubierto en todo tiempo de partes verdes, ya por la abundancia de prados, alternativas de cosechas y pastos, ya por los arbolados que proponemos en todos los sitios, y hasta en las orillas de los caminos, como hemos aconsejado (§ 516 L. 5), resulta que *esto debe ser un manantial fecundo de salubridad por mi sistema*, cuando por el actual, hallándose todo tan seco y árido, en vez de producir oxígeno, se descomponen y calcinan los cuerpos, desprendiéndose gases, todos perjudiciales á la respiracion, y por consiguiente á la salubridad. Luego, verificándose por todas partes que mi sistema produce oxígeno en abundancia, proporciona lo mas esencial para la existencia; y por consiguiente *el terreno de España se hará mas saludable*, que era la 1.ª ventaja que (106) me propuse demostrar.

111 2.ª Para manifestar que tambien se verifica la 2.ª ventaja, esto es, *que por la realizacion de mi sistema, el clima de España se hará mas benigno*; debemos observar, que la benignidad de un clima, no tanto proviene del grado absoluto de calor que en él tiene, sinó de que la temperatura sea poco variable; porque lo mas perjudicial, tanto para las plantas como para los animales, es el tránsito repentino del calor al frio, y del frio al calor. Y bajo este aspecto, el clima de España, en general, es uno de los mas desventajosos; pues hemos visto (§ 35 L. 8) que desde el amanecer, en que se verifica el mayor frio, hasta las 2 de la tarde, en que por lo regular se verifica el mayor calor, mediando solo unas 9 ½ horas de tiempo, puede haber hasta 12 grados de diferencia en la intensidad del calor. Esto es, por término medio; pero hay circunstancias en que las variaciones son mas rápidas. Estos tránsitos repentinos de temperatura es lo mas perjudicial para los individios tanto del reino animal como del vegetal; y si demostramos que por los procedimientos que contiene esta obra, lograrémos que la temperatura en nuestro pais sea mas *constante*, esto es, que no haya tanta variacion

ó diferencia entre el mayor frio y el mayor calor, habrémos conseguido nuestro intento.

112 Para dar á conocer, que esto se conseguirá, basta recordar que en el (§ 386 L. 3), hemos visto cómo se verifican los tránsitos de temperatura en las capas de la superficie y del fondo en los lagos; hemos manifestado que en los rios, el movimiento de traslacion de las moléculas líquidas, ocasiona la mezcla continua de las capas superiores é inferiores, que cooperan á establecer una temperatura uniforme en toda la masa; y cuando en ellos se notan diferentes capas de hielo, como éste es imperfectamente conductible, es decir, que no es buen conductor del calor, y al helarse el agua se desprende calor (§ 434 IIC), resulta que mientras haya agua que pueda helarse, habrá en la atmósfera ménos exceso de frio, y por consiguiente no será tan rigoroso.

113 Ahora, segun las leyes del calórico, establecidas en la Pirológia (IIC), y principalmente por lo espuesto (§ 434 IIC), resulta que, *para efectuarse la evaporacion del agua, tiene ésta que absorver calórico de los cuerpos que la rodéan*; y como la mayor parte de la evaporacion se verifica en la época mas cálida del dia, resultará que durante la fuerza del calor donde haya agua que se evapore, habrá mas fresco; evaporada el agua, pasará á la atmósfera; y tanto el aire ambiente como la superficie del terreno, tendrán una temperatura ménos elevada, que si no hubiera habido agua que se evaporase. Y como en virtud de las mismas leyes del calórico, para pasar el agua al estado líquido desprenderá calor, y lo desprenderá por lo general durante la noche, resulta que en el discurso de la noche, el frio será ménos intenso, y durante el dia será menor el calor; y el concurso de ambas circunstancias hará que la temperatura del aire sea mas constante y uniforme; luego con la abundancia de aguas que proporcionamos, resultará indefectiblemente el clima y terreno de España de temperatura mas uniforme y benéfica ó saludable. Si para dar un ejemplo numérico, suponemos que, durante el mayor calor del dia, por la absorcion de calórico, que causa la evaporacion, haya 3 grados ménos, y que durante la noche ó al salir el sol, por el desprendimiento de calor que se verifica al condensarse los vapores, resulten 3 grados mas de calor ó 3 grados ménos de frio, se verificará que habrá 6 grados ménos de diferencia entre el mayor grado de frio y el mayor grado de calor; y como la diferencia actual es unos 12 grados, se infiere que habrémos hecho que *la benignidad del clima sea doble de la que es actualmente*.

114 De cuanto acabamos de manifestar, así como de lo espuesto en la introduccion, en el libro 1.º, y en lo que hemos insertado de Mr. *Pouillet*, así como del (§ 36 L. 8), aparece que *donde haya agua, el*

aire, el clima, &c., teniendo una temperatura mas constante, no causará variaciones tan notables; luego cualquier depósito de agua hará que no haya tanta diferencia entre el mayor grado de calor durante el dia, y el mayor grado de frio durante la noche, procediendo de aquí que *la temperatura será mas constante*, y jamas *ni tan elevada como en los momentos de mayor calor, ni tan baja como en el momento del mayor frio en la actualidad.* En virtud de esto, habrá tambien ménos evaporacion de la humedad de la tierra, y ménos descomposicion de agua; pues ambas cosas aumentan con el grado de calor. Luego *queda completamente demostrado, que suponiendo establecido nuestro sistema, no solo se consigue el importante objeto del regadío, navegacion, &c., y hacer mas saludable el territorio español, sinó tambien que sea mas benigno, provechoso y agradable su clima*, que era la 2.ª ventaja que nos propusimos (106) demostrar.

115 3.ª Para dar á conocer, que, estableciendo mi sistema de tener aguas en abundancia, se neutralizarán los efectos de los gases perniciosos que se desprenden, ya de la descomposicion ó calcinacion de los cuerpos, ya de la putrefaccion de las sustancias vegetales ó animales, debemos observar que los 4 gases, de que hemos hablado (107), combinándose ya entre sí, ya con otros cuerpos, producen otros muchos gases que la mayor parte son contrarios á la respiracion y atacan la economía animal. De estos hay varios, que se disuelven tan prodigiosamente en el agua, que un pie cúbico de este líquido puede absorver y retener en disolucion mucho mas *de cuatrocientos* pies cúbicos de algunos de dichos gases.

116 Ahora bien, la Química ha dado á conocer que aun cuando el agua se sature de una sal, es capaz de admitir y disolver otras; y aunque dicha ciencia no ha demostrado lo mismo respecto de los gases, no obstante habiendo yo consultado la opinion de varios Químicos de nota, todos se han inclinado mas bien á que se ha de verificar el que una cantidad conocida de agua puede contener en disolucion varios gases al mismo tiempo. Sin embargo, considerarémos solo el caso de que una cantidad cualquiera de agua pueda saturarse de los dos gases, que con mas frecuencia se forman en nuestro territorio. Para darlos á conocer, observarémos que los varios cuerpos que los Químicos comprenden bajo la denominacion de *metales de la 2.ª seccion*, de los que hay varios que abundan mucho en España, todos descomponen el agua á la temperatura ordinaria. Esta descomposicion se efectúa por lo general, uniéndose á la base ó sustancia descomponente el oxígeno del agua, y desprendiéndose libremente el hidrógeno. A pesar de que el hidrógeno, que resulta de la descomposicion del agua sea puro, sin embargo, por

lo general, no se halla puro en la naturaleza; y segun las circumstancias locales, se combina con otras sustancias, y puede formar hasta 9 *gases permanentes*, cuyos nombres, naturaleza y demas circunstancias, pueden verse en nuestra Gasologia (II C). Pero aquí solo nos ocuparémos de dos de dichos gases, que son el *hidrógeno sulfurado*, y el *hidrógeno azoado ó amoniaco*. Si al desprenderse el hidrógeno, por la descomposicion del agua, encuentra azufre en polvo y aun el de las pajuelas, ó se verifica la putrefaccion de las plantas que contienen azufre, que son las *cruciformes*, las cuales abundan mucho, pues en ellas se comprenden las coles, los rábanos, los berros, &c., este hidrógeno se convierte en *hidrógeno sulfurado*; y si encuentra *azóe*, procedente de materias animales descompuestas, como en las letrinas y estiércoles, ó en la putrefaccion de las sustancias animales, se forma *amoniaco ó hidrógeno azoado*.

117 En el gran laboratorio de la naturaleza se forman espontáneamente otros muchos gases; pero nosotros, para deducir las consecuencias necesarias, tenemos lo suficiente con la consideracion de los 2 que acabamos de mencionar, y que se producen con mucha frecuencia en España.

118 Principiemos tomando en consideracion el *hidrógeno sulfurado*, por ser sumamente pernicioso; en tales términos que, un gorrion perece pronto, introduciéndole en una campana cuyo aire contenga $\frac{1}{1500}$ de su volúmen de dicho gas; y un perro de mediano tamaño sucumbe tambien en un aire que contenga $\frac{1}{800}$ de él, así como lo hará un caballo que respire un aire que contenga $\frac{1}{200}$ del mismo gas. En este concepto, supongamos que en cualquier parage de un pueblo se encharquen ó rebalsen las aguas durante el invierno. El poderse disolver unos 3 volúmenes de este gas en el agua, indica una fuerza de afinidad del agua respecto del gas, resultando de esto, que todo el gas de esta naturaleza, que se desprenda en las inmediaciones, se irá á combinar ó disolver en aquellas aguas estancadas; y la atmósfera conservará cierto grado de pureza que no será perjudicial á la salud, mientras exista el agua que disolvió el gas, que es precisamente en el invierno y primavera. A proporcion que se evapora el agua en el verano, á causa del calor, se van desprendiendo los gases que contiene; y pasando á la atmósfera, la inficionan, perjudicando no solo á la respiracion de los animales, sinó causando otros perjuicios (101) en virtud de su contacto con el cútis, en épocas en que se hallan abiertos los poros, y las gentes casi desnudas; y reuniéndose esto á las otras causas generales de enfermedad, procedentes de malas comidas, de beber aguas no puras &. &c., causan esa plaga asoladora que origina tantos daños. En efecto, yo he visto á los traba-

jadores beber el agua del canal de Manzanares, que como hemos dicho (§ 173 L. 9) se hallan saturadas de sustancias heterogéneas y ninguna provechosa, hasta el punto de tener un peso específico superior al agua del mar. He observado en los trabajadores del campo, beber algunas veces en charcos llenos de vascosidad, lo cual no puede ménos de producir enfermedades, que, al desarrollarse, tomen los caractéres mas reinantes de la localidad, estacion, &c. Luego, si en todas partes abundase el agua, se evitarían todas estas enfermedades. Ademas, en comprobacion de que las aguas no son la causa esclusiva de las tercianas, debemos observar que la plaga tercianaria, de que hemos hablado (100), debe atribuirse á que en aquel año hubo tal carestía, miseria y hambre, que la fanega de trigo se vendió en Castilla á mas de onza de oro.

119 Veamos actualmente hasta cuanto se puede estender este inficionamiento. Un pie cúbico de agua saturada de *hidrógeno sulfurado*, contendrá en disolucion 3 pies cúbicos de él; evaporado este pie cúbico de agua, se difundirán por la atmósfera 3 pies cúbicos de dicho gas; pero, en virtud de lo espuesto (118), cada pie cúbico del espresado gas, inficiona 200 pies cúbicos de aire atmosférico, en términos que sabiéndose mata los caballos, no puede ménos de alterar la salud de los racionales. Luego, suponiendo el agua de un charco ó pantano saturada de este gas, cada pie cúbico que se evapore, inficionará un número de pies cúbicos de aire atmosférico espresado por el producto 200×3, es decir, 600 pies cúbicos. *

* Como este gas es uno de los mas perjudiciales, aconsejamos y encargamos muy particularmente que en los pantános, lagunas y demas aguas estancadas no se permita criar, arrojar ni prosperar las plantas *cruciformes*; pues como en dichas plantas se halla el azufre, en llegándose á podrir producirán hidrógeno sulfurado; por tanto, para no omitir nada que pueda conducir á lograr nuestro objeto de hacer saludable el territorio español, insertarémos aquí la lista de dichas plantas cruciformes y es la siguiente:

CATALOGO *de plantas cruciformes extraido de la obra de Linéo, traducida por don Antonio Palau y Verdera.*

NOMBRES.

SISTEMATICOS.	CASTELLANOS.	SISTEMATICOS.	CASTELLANOS.
Miagrum perenne	Miagro Perene.	Vella Annua	Pitano ánuo.
... Orientale	... Oriental.	... Pseudo cytisus	... falso citiso.
... rugosum	... rugoso.	Anastática Hierochuntica	Anastática de Jericó.
... Hispanicum	... de España.	... Syriaca	... de Siria.
... perfoliatum	... perfoliado.	Subularia aquatica	Subularia acuática.
... sativum	... cultivado.	Draba Aizoides	Draba como Aizoon.
... panniculatum	... en panoja.		
... saxatile	... saxatil.		
... Ægyptium	... de Egipto.		

120 Respecto del *hidrógeno azoado ó amoniaco*, debemos notar que el agua puede disolver próximamente 430 veces su volúmen del espre-

Draba Ciliaris	Draba pestañosa.
... Alpina	... de los Alpes.
... verna	... de primavera.
... Pyrenaica	... de los Pirineos.
... muralis	... de muros.
... hirta	... con pelo áspero.
... incana	... blanquecina.
Lepidium perfoliatum	Lepidio perfoliado.
... vesicarium	... vegigoso.
... nudicaule	... de tallo desnudo.
... procumbens	... tendido.
... Alpinum	... de los Alpes.
... petræum	... que nace entre piedras.
... cardamines	... cardamine.
... spinosum	... espinoso.
... sativum	... Mastuerzo.
... lyratum	... con hojas en forma de lira.
... latifolium	... de hoja ancha.
... subulatum	... alesnado.
... graminifolium	... con hoja de grama.
... suffruticosum	... sufruticoso.
... didymum	.. mellizo.
... ruderale	... de cascajales.
... virginicum	... de Virginia.
... Iberis	... Iberide.
... Bonariense	... de Buenos Aires.
... chalepense	... de Alepo.
Thlaspi peregrinum	Thlaspi peregrino.
... arvense	... arvense.
... alliaceum	... con olor de ajo.
... saxatile	... saxátil.
... hirtum	... con pelo áspero.
... campestre	... campestre.
... montanum	... montano.
... perfoliatum	... perfoliado.
... alpestre	... alpestre.
... bursa pastoris	... bolsa de pastor.
... cerato carpon	... de fruto con astitas.
Cochlearia officinalis	Coclearia oficinal.
... Dánica	... de Dinamarca.
... Anglica	... de Inglaterra.

Cochlearia Groenlandica	Coclearia de Groenlandia.
... coronopus	... coronopo.
... armoracia	... armoracia, *vulgo rábanos rusticanos.*
... glastifolia	... con hojas de Glasto ó pastel.
.. Draba	... Draba.
Iberis semperflorens	Iberide siempre en flor, *vulgo carraspique.*
... sempervirens	... siempreverde, *otro carraspique.*
... Gibraltarica	... de Gibraltar.
... saxatilis	... saxatil.
... rotundifolia	... de hoja redonda.
... umbellata	... umbelada.
... amara	... amarga.
... linifolia	... con hoja de lino.
... odorata	... olorosa.
... Arabica	... de Arabia.
... nudicaulis	... con el tallo desnudo.
... pinnata	... pinada.
Alyssum spinosum	Aliso espinoso.
... halimifolium	... con hoja de halimo.
... saxatile	... saxátil.
... alpestre	... alpestre.
... hyperboreum	... de los montes septentrionales.
... incanum	.. blanquecino.
... minimum	... muy pequeño.
... calycinum	... calicino.
... montanum	... montano.
... campestre	... campestre.
... Clypeatum	... abroquelado.
... sinnuatum	... sinuoso.
... Creticum	... de Creta.
... Gemovense	... Gemovense.
... utriculatum	... de odrecillo.
... vesicaria	... vesicaria.
... deltoideum	... con hoja como delta.
Clypeola Ionthlaspi	Clipeola iontlaspi.
... tomentosa	... tomentosa.
... maritima	... marítima.
Peltaria Alliacea	Peltaria con olor de ajo.

sado gas *amoniaco*; y si suponemos, quedándonos muy cortos tambien, que $\frac{1}{200}$ de este gas inficione la atmósfera, de modo que produzca los

Peltaria Capensis	Peltaria del Cabo de Buena-Esperanza.	Cardamine Chelidonia	Cardamine de Celidonia.
Biscutella auriculata	Biscutela con orejillas.	... impatiens	... impaciente.
... Apula	... de Pulla.	... parviflora	... de flor chica.
... lyrata	... lirada.	... Græca	... Griega.
... coronopifolia	... con hoja de corónopo.	... hirsuta	... con pelo áspero.
... lævigata	... alisada.	... pratensis	... de prados ó pratense.
... sempervirens	... siempreverde.	... amara	... amarga.
Lunaria rediviva	Lunaria rediviva.	... Virginica	... de Virginia.
... annua	... ánua.	Sisymbrium nasturtium	Sisimbrio mastuerzo, *vulgo berro*.
Bunias cornuta	Buniade con astitas.	... sylvestre	... silvestre.
... spinosa	... espinosa.	... amphybium	... anfibio.
... erucago	... erucago.	... Pyrenaicum	... de Pirineos.
... Orientalis	... Oriental.	... tanacetifolium	... con hojas de tanaceto.
... cakile	... caquile.	... tenuifolium	... con hoja delgada.
... myagroides	... como miagro.	... supinum	... echado.
... Ægiptiaca	... de Egipto.	... polyceratium	... de muchas silicuas.
... Balearica	... de las Islas Baleares.	... bursifolium	... con hoja de bolsa de pastor.
Isatis tinctoria	Isatide de tintes, *vulgo yerbapastel ó noiglo*.	... murale	... de muros.
... Lusitanica	... de Portugal.	... Monense	... de la isla Mona
... Armena	... de Armenia.	... vimineum	... con escapos como mimbres.
... Ægiptiaca	... de Egipto.	... Barrelieri	... de Barrelier.
Crambe maritima	Crambe marítima, *vulgo col marina*	... arenosum	... arenoso.
... Orientalis	... Oriental.	... Valentinum	... de Valencia.
... Hispanica	... de España.	... Erucastrum	... oruga falsa.
... fruticosa	... fruticosa.	... parra	... parra.
Ricotia Ægiptiaca	Ricocia de Egipto.	... asperum	... áspero.
Dentaria enneaphylla	Dentaria de nueve hojuelas.	... Sophia	... Sofía.
... bulbifera	... que lleva bulbos.	... altisimum	... altísimo.
... pentaphyllos	... de cinco hojuelas.	... Irio	... Irio.
Cardamine bellidifolia	Cardamine con hojas de Margarita.	... Loeselii	... de Loeselio.
... Asarifolia	... con hoja de Ásaro.	... Orientale	... Oriental.
... nudicaulis	... de tallo desnudo.	... Barbareæ	... con traza de Barbárea.
... petræa	... de peñas.	... Catholicum	... Católico.
... resedifolia	... con hoja de resedá	... strictisimum	... muy apretado y rígido.
... trifolia	... de tres en rama	... integrifolium	... de hoja entera.
... Africana	... de Africa.	... Indicum	... de Indias.
		Erysimum officinale	Erisimo oficinal.
		... Barbarea	... barbárea, *vulgo yerba de santa Bárbara*.

mismos estragos que el gas anterior, tendrémos que cada pie cúbico de agua que se evapore, inficionará un número de pies cúbicos de aire, espresado por 200×430 pies cúbicos $= 86000$.

Erysimum Alliaria	Erísimo aliaria, ó sea con olor de ajo.
... repandum	... de hojas ondeadas por su márgen.
... cheyranthoides	.. como alhelí.
... hieracifolium	... con hoja de Hieracio.
Cheirantus Erysimoides	Cheiranto como Erísimo.
... Alpinus	... Alpino.
... Chêiri	... Cheiri, *vulgo alhelí amarillo*.
... fruticulosus	... fruticoso.
... Chius	... de Chío.
... maritimus	... marítimo.
... salinus	.. salino ó de salinas.
... incanus	... blanquecino.
... fenestralis	... de ventanas.
... annuus	... ánuo.
... littoreus	... de playas.
... tristis	... triste.
... trilobus	.. de tres lóbulos
... lacerus	... lacerado.
... tricuspidatus	... de tres puntas.
... sinuatus	... sinuoso.
... Farsetia	... Farsecia.
... strictus	... apretado.
... callosus	... calloso.
Heliophila integrifolia	Heliofila de hoja entera.
... coronopifolia	... con hoja de corónopo.
... digitata	... hendida.
... amplexicaulis	.. amplexicaule.
... filiformis	... filiforme.
... pusilla	... pequeñita.
... pinnata	... pinnada.
... flava	... de color amarillo.
... circæoides	... como circéa.
Hesperis tristis	Hespéride triste.
... matronalis	... matronal.
... inodora	... sin olor.
.. Africana	... Africana.
... verna	... de primavera.
... lacera	... lacerada.
Arabis Alpina	Arabide Alpina.
Arabis grandiflora	Arabide con la flor grande.
... Thaliana	... Thaliana.
... bellidifolia	... con hoja de Margarita.
... lyrata	... en forma de lira.
... hispida	... erizada.
... Halleri	... de Haller.
... Canadensis	... del Canadá.
... pendula	... péndula.
... turrita	... turrita.
... lucida	... lustrosa.
Turritis glabra	Turrítide lampiña.
... hirsuta	... con pelo áspero.
... Alpina	... Alpina.
Brasica Orientalis	Berza oriental.
... campestris	... campestre.
... arvensis	... arvense, *vulgo colzá*.
... Alpina	.. Alpina.
... napus	... nabo.
... rapa	... rapa.
... oleracea	... de hortaliza.
... Chinensis	... de la China.
... violacea	... violada.
... erucastrum	... falsa oruga.
... eruca	... oruga.
... vesicaria	... vegigosa.
Sinapis arvensis	Mostaza arvense.
... Orientalis	... Oriental.
... brassicata	... como berza.
... alba	... blanca.
... nigra	... negra.
.. Pirenaica	... de Pirinéos.
... pubescens	... vellosa.
... Chinensis	... de la China.
... juncea	... como junco.
... erucoides	... como oruga.
... Hispanica	... de España.
... incana	... blanquecina.
... lævigata	... alisada.
Raphanus sativus	Rábano comun.
... caudatus	... de cola.
... raphanistrum	... rafanistro, *vulgo rabanillo ó rábano silvestre*.
... Sibericus	... de Siberia.
... erucoides	... como oruga.

121 Si suponemos ahora, como sospechan los Químicos, que pueda saturarse el agua de muchos gases á un mismo tiempo, que, en nuestro caso será de estos dos solamente, tendrémos que un pie cúbico de agua, que se evapore, será capaz de inficionar un número de pies cúbicos de aire, espresado por la suma de estos dos números, es decir, por $600+866000=8600$ pies cúbicos.

122 Ahora, en virtud de lo espuesto (475 II C), se deduce que un pie cúbico de agua, descompuesta, da unos 1200 pies cúbicos de gas hidrógeno, que se combinará con los otros gases ó sustancias, y pasará á difundirse en la atmósfera, pudiendo inficionar un pie cúbico de agua descompuesta, un número de pies cúbicos de aire atmosférico espresado por el producto del número de pies cúbicos que inficiona un pie cúbico de hidrógeno, segun el carácter que haya tomado combinándose con otras bases; y cualquiera de los dos, que hemos considerado, esto es, el *hidrógeno sulfurado y el amoniaco*, que por todas partes hay tanta propension de que se formen entre nosotros, nos dará que cada pie cúbico de agua que se descomponga, inficionará un número de pies cúbicos de aire atmosférico espresado por el producto de $200 \times 1200=240000$.

123 De todo este raciocinio, se deduce que *un pie cúbico de agua que se evapore*, puede inficionar 86600 pies cúbicos de aire atmosférico; un pie cúbico de agua, que se descomponga, puede inficionar 240000 pies cúbicos de aire atmosférico.

124 Y como la diminucion en el verano de los charcos ó pantanos, que se forman en el invierno, procede ó de la evaporacion ó de la descomposicion del agua, resulta que, si suponemos que se evapore tanta cantidad de agua como se descompone, tomando un término medio entre los dos números anteriores, tendrémos que cada pie cúbico de agua;

Cleome fruticosa	Cleome fruticosa.
... heptaphylla	... de siete en rama.
... pentaphylla	... de cinco en rama.
... triphylla	... de tres en rama.
... polygama	... poligama.
... icosandra	... icosandra.
... viscosa	... viscosa.
... dodecandra	... de doce estambres.
... gigantea	... agigantada.
... aculeata	... con aguijones.
... spinosa	... espinosa.
... serrata	... serrada.

Cleome ornithopodioides	Cleome como el Ornithopodio.
... violacea	... violada.
... Arabica	... Arabiga.
... monophylla	... de hoja sencilla.
... Capensis	... del Cabo de Buena Esperanza.
... procumbens	... tendida.
... chelidonii	... como celidonio.
... felina	... de gato.
... juncea	... como junco.
... tenella	... tiernecita.

que desaparezca en un lago, charco ó pantano, podrá inficionar 163300 pies cúbicos de aire atmosférico.

125 Todos cuantos resultados acabamos de deducir, son susceptibles de variaciones, producidas, ya por los progresos de las Ciencias, que ilustrarán cada vez mas esta materia, ya en virtud de las diferentes circunstancias locales; sin embargo, aunque puedan variar parcialmente los números que espresen estas relaciones, las consecuencias que se deduzcan no pueden ménos de ser justas y arregladas. Por consiguiente, nos parece quedar demostrado, que *la causa de cuantas enfermedades se conocen con el nombre de ciciones, tercianas, cuartanas etc.* ó en general de *fiebres intermitentes ó bajo cualquier denominacion, que aparezcan en los pueblos, como epidémicas durante los veranos y otoños, tienen un orígen real y efectivo en la falta de agua.*

126 Luego, si por el sistema que establecemos en esta obra, se verifica el que haya en todas partes mayor cantidad de agua que la necesaria para que se disuelvan los gases, que se desprenden por las circunstancias locales, en el gran laboratorio de la naturaleza, aunque en el verano se evaporen y descompongan las aguas, no se desprenderán tantos gases perniciosos; y por lo mismo, no se infestará tanta cantidad de aire atmosférico, ó no se estenderá su influjo á tanto: disminuyendo este tanto, cuanto mas abunden las aguas. Luego resulta plena y rigorosamente demostrado, que, *con la abundancia de aguas, que mi sistema proporciona, desaparecerá, en todo ó en la mayor parte, la plaga que con los nombres de ciciones, tercianas, cuartanas ó en general de fiebres intermitentes, asolan en el dia nuestras poblaciones*; que es la 3.ª ventaja que me propuse (106) *demostrar.*

127 Con lo cual hemos terminado el importante asunto que nos propusimos. ¡Ojalá que este *Tratado*, en cuyas idéas nos fijamos desde nuestra mas tierna edad; cuya composicion ha exigido por nuestra parte un trabajo no interrumpido de mas de treinta años; y cuya publicacion se ha retrasado por las vicisitudes inevitables de nuestra penosa y dilatada carrera política; pueda ser un tributo útil que pagamos á la Patria, y contribuya eficazmente á promover su prospepidad y bienestar, para el recobro de su antiguo esplendor, fuerza y consideracion entre las demas Naciones! Sin separarnos del primordial objeto del *movimiento y aplicaciones de las aguas*, hemos abrazado cuanto entre nosotros es necesario, en las presentes circunstancias, para el fomento de todo género de industria; hemos combinado de tal modo los elementos de la riqueza y prosperidad pública, que sin mas que reducir á la práctica el contenido de esta obra, esperamos que se elevará esta benemérita

Nacion al grado de opulencia que la corresponde; y fundándonos en la observacion, en la esperiencia, en el cálculo, en el raciocinio, en la situacion física, topográfica y geológica de nuestra España; y teniendo en consideracion el estado actual de sus habitadores, hemos tratado de acelerar la época dichosa en que el placer, la comodidad y la abundancia se difundan por todas partes, desde la humilde choza del pastor hasta el elevado palacio del mas idolatrado de los Soberanos. Y si *Mr. Gerstner*, al terminar la obra, de donde hemos estraido el segundo *tema*, que va al frente del primer tomo de este *Tratado*, dice: "Despues de guerras tan largas y desastrosas como han desolado la Europa en estos últimos tiempos, sus diversos Estados tienen sin duda muchas grandes obras que emprender; por esto mismo, tienen el mayor interés en emplear con economía la mano del hombre;" con mucha mas razon se necesita en España, que, habiendo prodigado su sangre y sus tesoros por espacio de seis años, con una grandiosidad de que no hay ejemplo, en la época de que habla *Gerstner*, ha sufrido despues todo género de calamidades y reveses, como hambres, epidemias, terremotos, disesiones políticas, turbulencias &c. &c.; ¿con cuánta mas razon será ya tiempo de procurar alivios á sus beneméritos habitantes? ¡Felíz yo si con esta obra logro suavizar y mitigar las penalidades de los Españoles!

FIN DEL TERCERO Y ÚLTIMO TOMO.

INDICE

de las materias contenidas en este tercer tomo.

LIBRO SEXTO.

LIBRO SÉPTIMO.

LIBRO OCTAVO.

LIBRO NOVENO.

LIBRO DÉCIMO.

TERCERA LISTA DE SEÑORES SUSCRIPTORES.

EN MADRID.

S. A. R. el Sermo. Sr. Infante Don Sebastian Gabriel.
D. Juan Esteban de Izaga.
D. Gaspar de Urieta.
D. Joaquin de Sagasti.
D. Evaristo Esteban Yagüe.
D. Pedro Severo Robles.
D. Lorenzo Martinez.
D. Pantaleon Luzas y Forton, corregidor de Fraga.
D. Casimiro Dominguez Gil.
D. Manuel Victoriano Cascales.
D. Bernardo Elío.
D. Pedro de la Puente.
D. Isaac Martinez.
D. Gregorio Aznar.
D. Pedro Delgado.
Contaduría general de Sisas del Excmo. Ayuntamiento de Madrid.
D. Juan Ortiz de Zárate.
D. Joaquin Hidalgo Barquero.
D. Ramon Gomez Liaño.
D. Pedro Antonio Selva.
Excmo. Sr. Marques de Feria.
D. Juan Gonzalez Valdés.
D. Pio Usera.
D. Luis Lopez de Arche.
D. Luis Sanchez.
D. Máximo de Cantolla Cobo.
D. Angel Moreno é hijos.
El Ayuntamiento de la villa de Daganzo de arriba.
D. Juan de Toledo, Señor territorial de Cazin.
D. José Oriol y Bernabeu, arquitecto.
D. Pedro Gonzalez.
D. José Andía.
D. Juan Pablo Maroto.
Excma. Sra. Marquesa del Rafal.
D. José Macho de Quevedo.
D. Manuel Delgado.
D. Manuel Fernandez Guevara.
D. Pedro Puigdollers.
D J. M. P.
D. Miguel Sancho.

EN BARCELONA.

Sres. Vidal y compañía.
D Simon Ferrer, capitan de fragata y director de las obras del puerto de Barcelona.
R. P. Fr. Ramon Xifreu, carmelita calzado de Gerona.
D. Francisco Bordanova.
D. Juan Hedigen, capitan de suizos.
D. José Buxaren, arquitecto.
D. Pablo Pelachs, abogado.

EN BURGOS.

D. Manuel García Cármenes, secretario de la intendencia.

EN CADIZ.

El Ilustre Ayuntamiento de San Lucar de Barrameda.
D. Agustin Campos.
D. Mariano Villagrasa y Serrate.
D. Francisco de P. Saavedra, intendente de Guadalajara.

EN CORDOBA.

D. Pedro Alcalá Zamora.
D. José Ruiz Paniagua, escribano de la villa de Espejo

EN LA CORUÑA.

D. Juan Siman.
D. Manuel Gutierrez Caviedes, teniente de navío de la Real Armada.
D. José de Leis, vecino de Betanzos.

EN GRANADA.

D. Bernardo Avilés, por el Ayuntamiento de Laroles.
D. José Señan, por el de Baza.
D. Diego Llorente, por el de Cullar de Baza.
El Ayuntamiento de la villa de Arboz.
D. Manuel Nuñez Molero, vecino de Alcalá la Real.
D. José Burgos y Tello, vecino de Cullar de Baza.
El Ayuntamiento de la Puebla de Don Fadrique.
D. Joaquin Anguita, vecino de la Torre del Mar.

EN JAEN.

D. Antonio María Camps.
El Ayuntamiento de la villa de Martos.
El id. de la ciudad de Úbeda.
El id. de la villa de Baños.
El id de la de Valdepeñas.
El id. de la de Villanueva de la Reina.

EN LEON.

D. Bernardo María Calabozo.
D. Francisco Javier Fernandez.

EN MALAGA.

D. Rafael Michana.
D. Diego Borrajo.
D. Juan de los Reyes y Céspedes, teniente del Real cuerpo de artillería.

EN SANTANDER.

D. José Castañeda.
D. Marcos de la Revilla.

EN SEVILLA.

D. Diego Gonzalez Caballos, vecino de Moron.
D. Francisco José Jimenez.

EN TARRAGONA.

D. Vicente Texeiro, director de las obras de aquel puerto.
D. Agustin Limiana, id. del de Salou.
D. Francisco de Huerta, comandante de ingenieros.
D. Juan Rosell, arquitecto.
D. José Morera, id.
D. Juan Homs y Vives.
Dr. D. José Caixal, canónigo.
D. Antonio Berdeguer, librero.

EN TOLEDO.

El Ayuntamiento de Talavera de la Reina.

EN VALENCIA.

D. Juan Alvarez.
D Fernando Gomez.
El Sr. Marques del Rafal.
D. Juan Bautista Marzo, arquitecto.
D. Joaquin Carrascosa.
D. Francisco Ferrer, arquitecto.
El Ilustre Ayuntamiento de Catarroja.
El id id. de Castellon de la Plana.
El id. id. de Elche.
El id id. de Alcoy.
D. Pedro Pardo, de Chelva.
El Ayuntamiento de Fortaleñy.
El id. de Navarrés.

EN VALLADOLID.

D. Epifanio Martinez.
D. José Jimenez de Sandoval.
Dr. D. Pelayo Cabeza de Vaca.

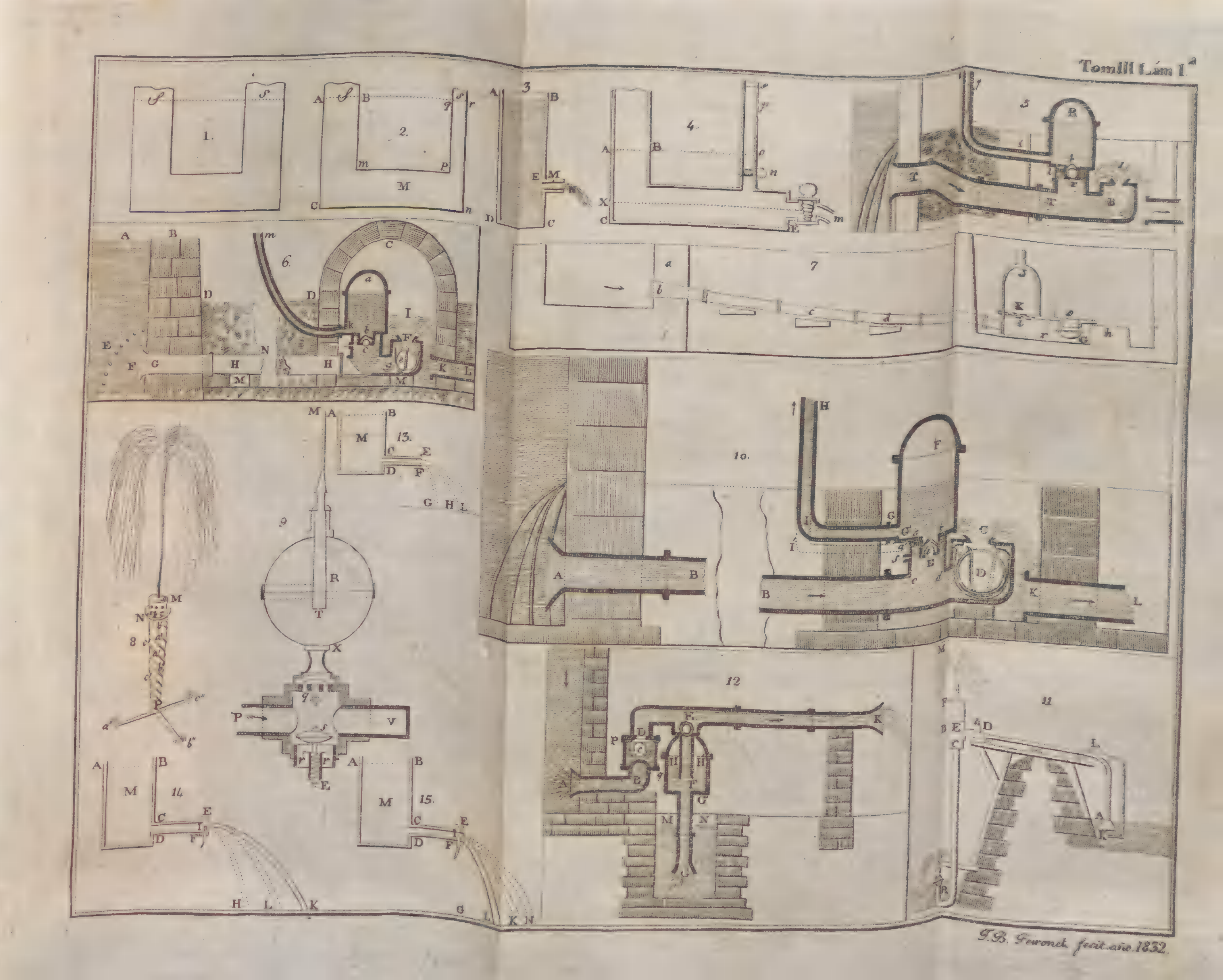
EN ZARAGOZA.

D. Vicente Cuenca.
D. J. G.
D. Antonio Vicente.
D. Blas Ballester.

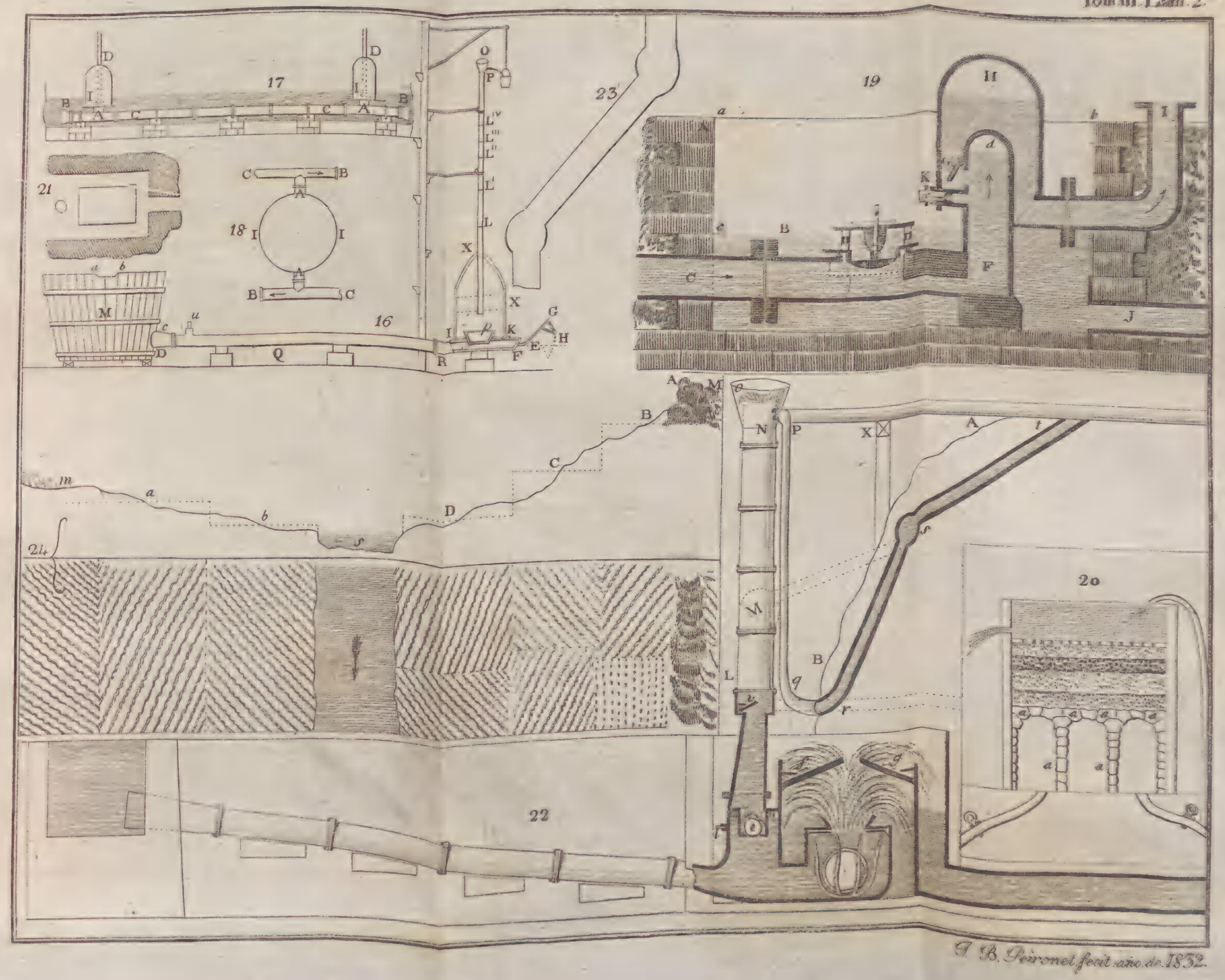
Nota. Con motivo de las circunstancias particulares de las provincias, no se han recibido las competentes noticias acerca de los señores suscriptores, y por lo mismo no se han podido comprender algunos nombres en esta lista.

ERRATAS.

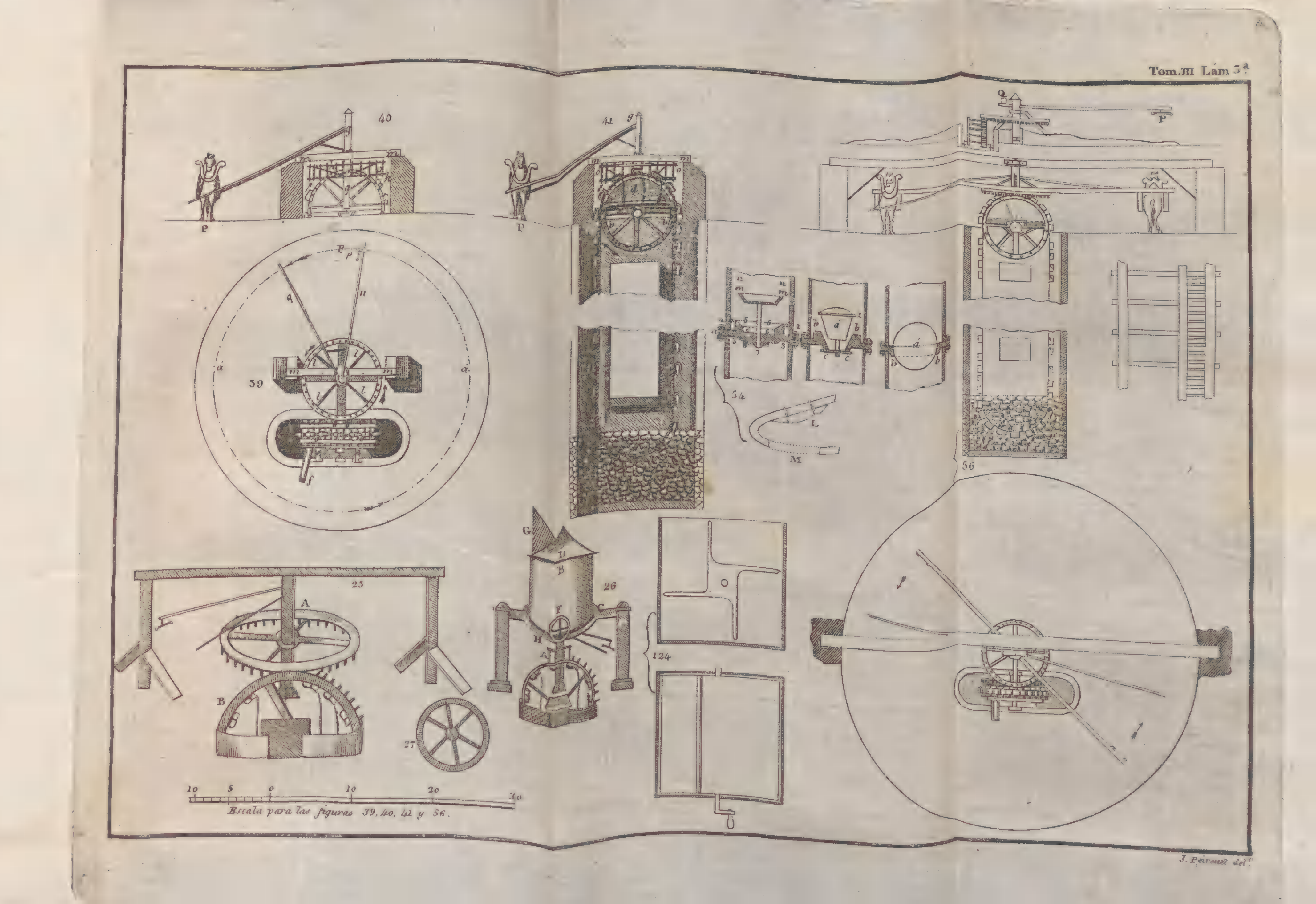
Página	Línea	DICE	DEBE DECIR
123	10	hizontal	horizontal
125	20	con f (fig.s 28 y 30)	con F (fig. 28) y con f (fig. 30)
137	15	á palanca	á la palanca
202	3 por bajo	companil	campanil
207	8	distante la	distante de la
267	6 por bajo	arsilla	artesilla
334	7 id.	gancha	gaucha
340	9	denominaeion	denominacion
352	7 por bajo	un plano	en un plano
381	13	represante	represente
382	13	Bs tD	B′s tD′
417	2	repreduccion	reproduccion
441	22	hayoneta	bayoneta
480	última	o han sacado	lo han sacado
570	11 por bajo	adecuada por	adecuada para
579	9	y $\frac{}{6}$ de grano	y $\frac{5}{6}$ de grano
584	4 por bajo	combinando en	combinando un
585	22	rastrajo	rastrojo
611	19	cosechss	cosechas
612	4	rendir mar	rendir mas
617	3 por bajo	Pero lo mas	Pare lo mas
631	11	y que consta	y me consta
669	11	en el plamo	en el plano
671	8 por bajo	de Utsaurte	de Otsaurte
673	4	Azaquil	Araquil
676	20	Ordalur	Urdalur
679	18	esposicoon	esposicion
680	1	hullamos	hallamos
686	1 por bajo	excribí	escribí
687	3 id.	luciese	hiciese
701	1	C″ C′	C′ C′
715	15 por bajo	CD′	C′D′
id.	6 id.	ó de las	ó de los
721	16	(f.ª 125 l.ª 12)	(f.ª 135 l.ª 12)
725	4	dicididas	decididas
727	6 por bajo	conocimientos	cimientos
742	7 id.	mucho	mucha
749	16	á la	á lo

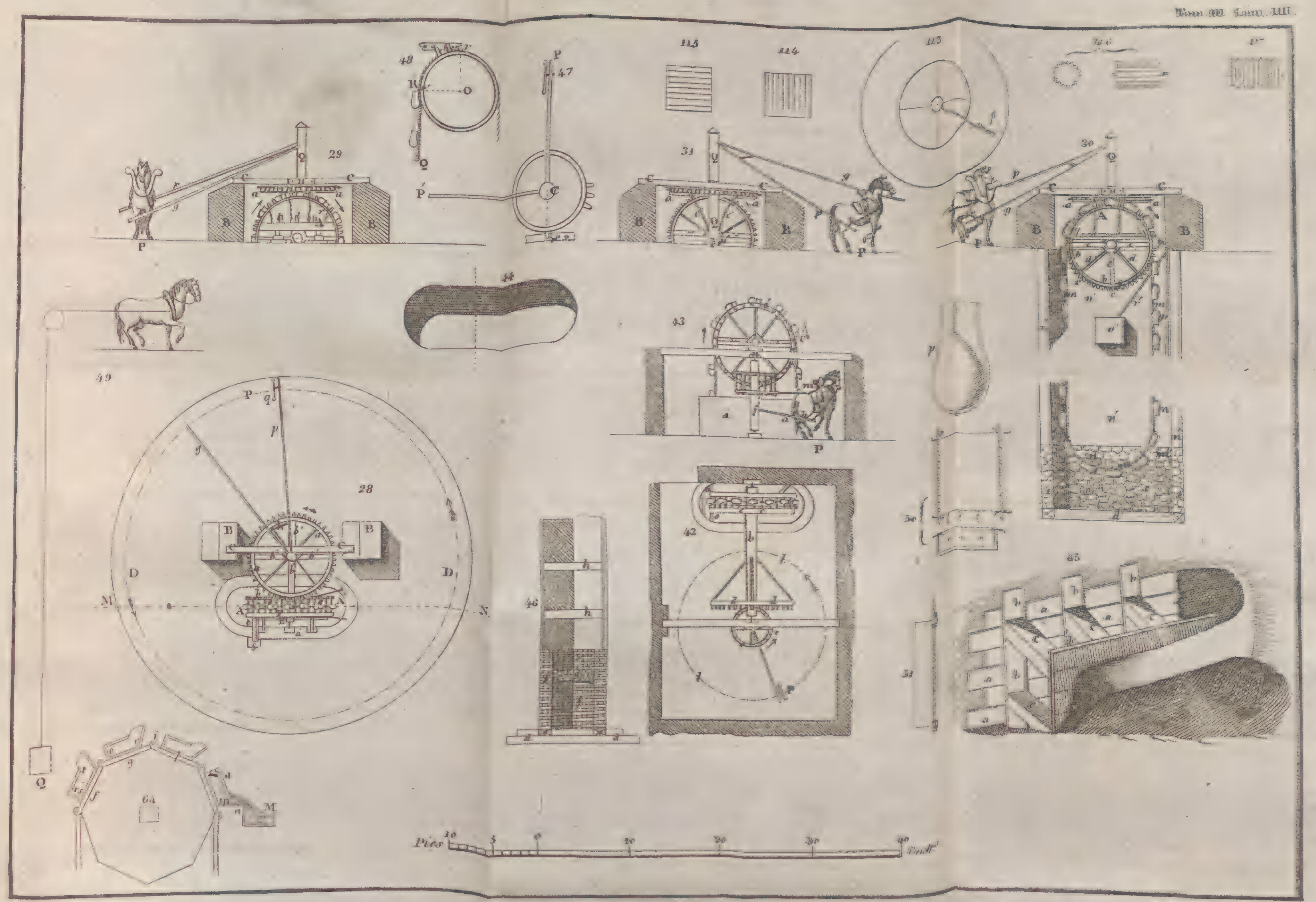


T. B. Geironet fecit año 1832.

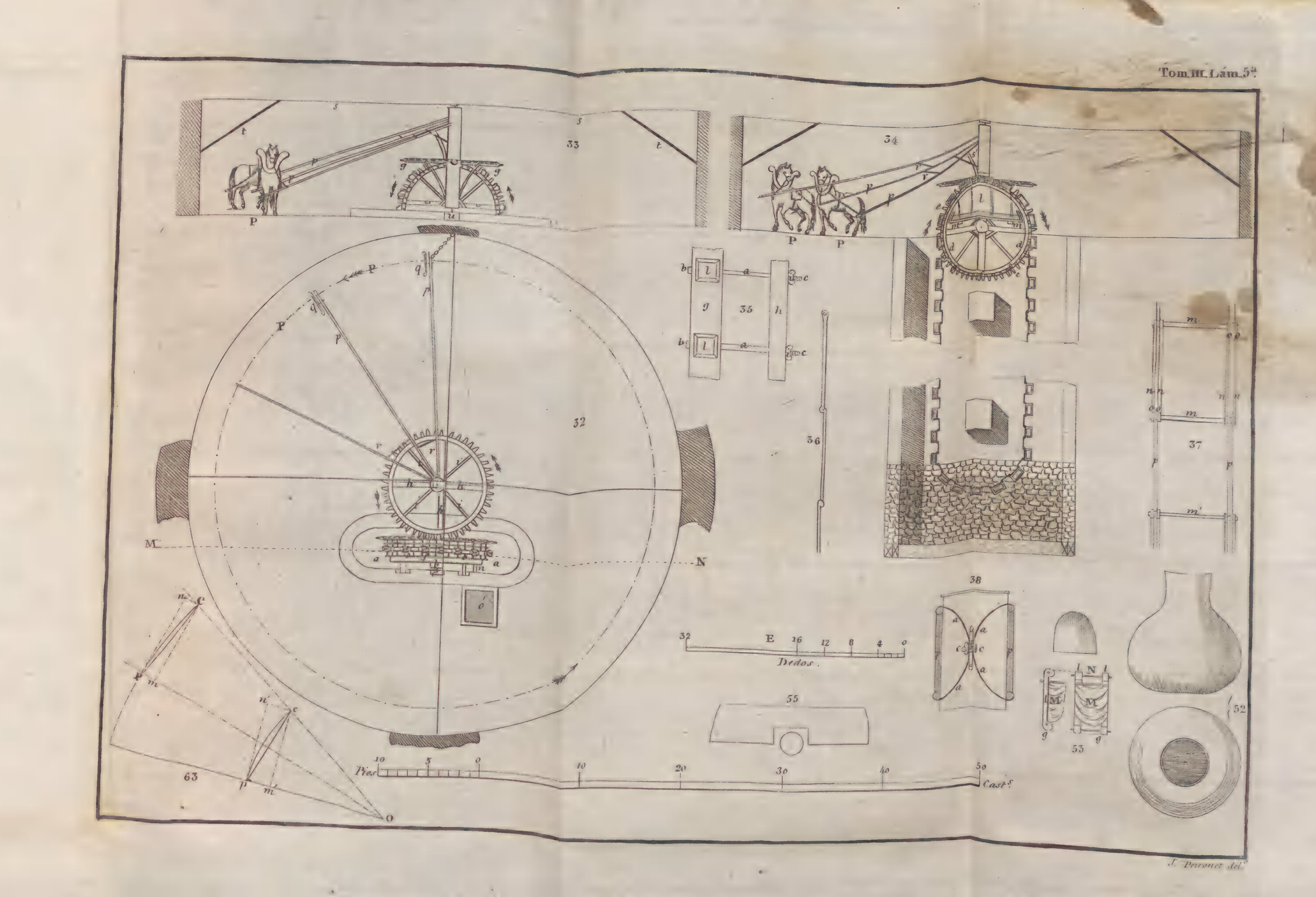


J. B. Peironet fecit año de 1832.

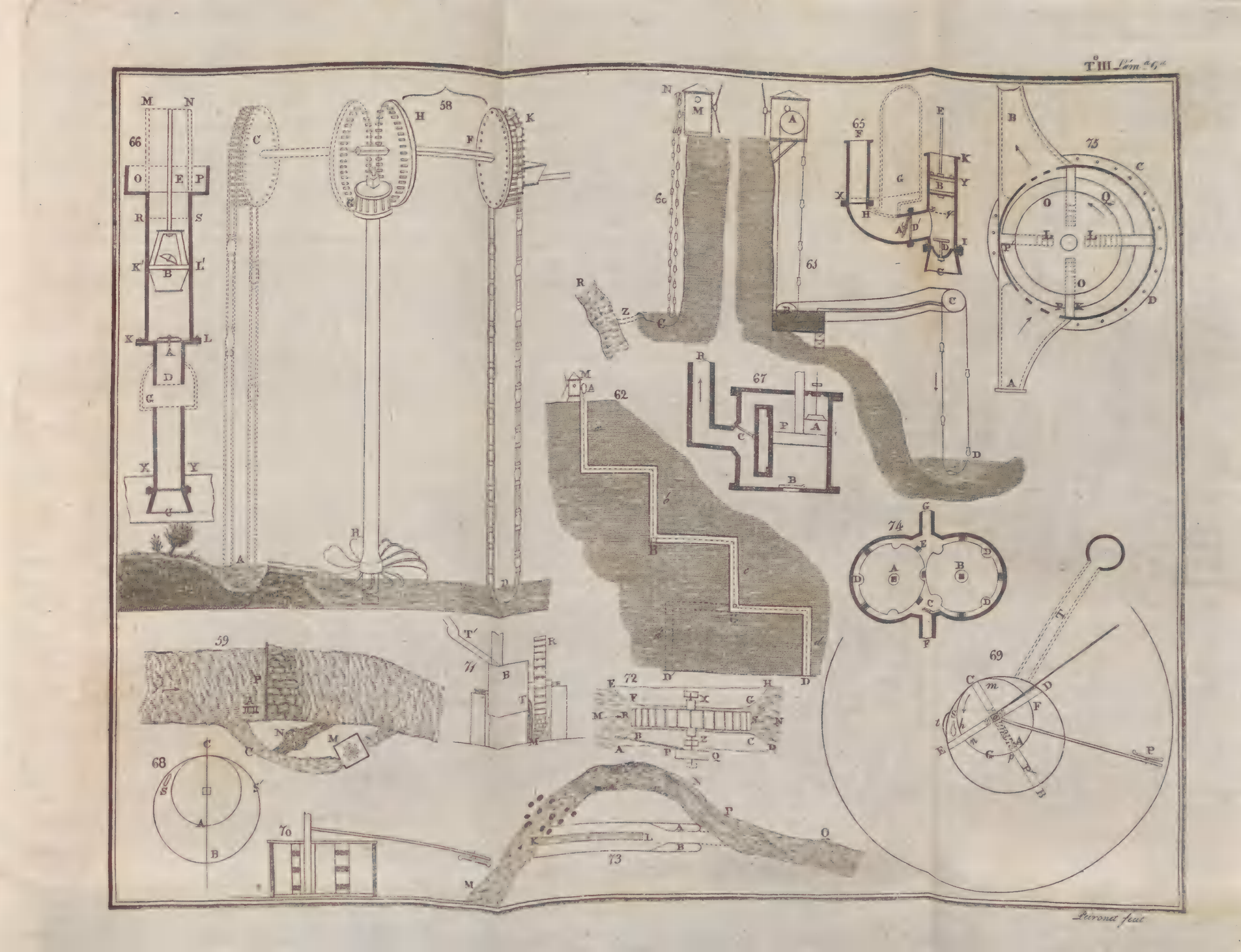

40
41
39
25
26
27
54
56
124
Escala para las figuras 39, 40, 41 y 56.
J. Peironet del.

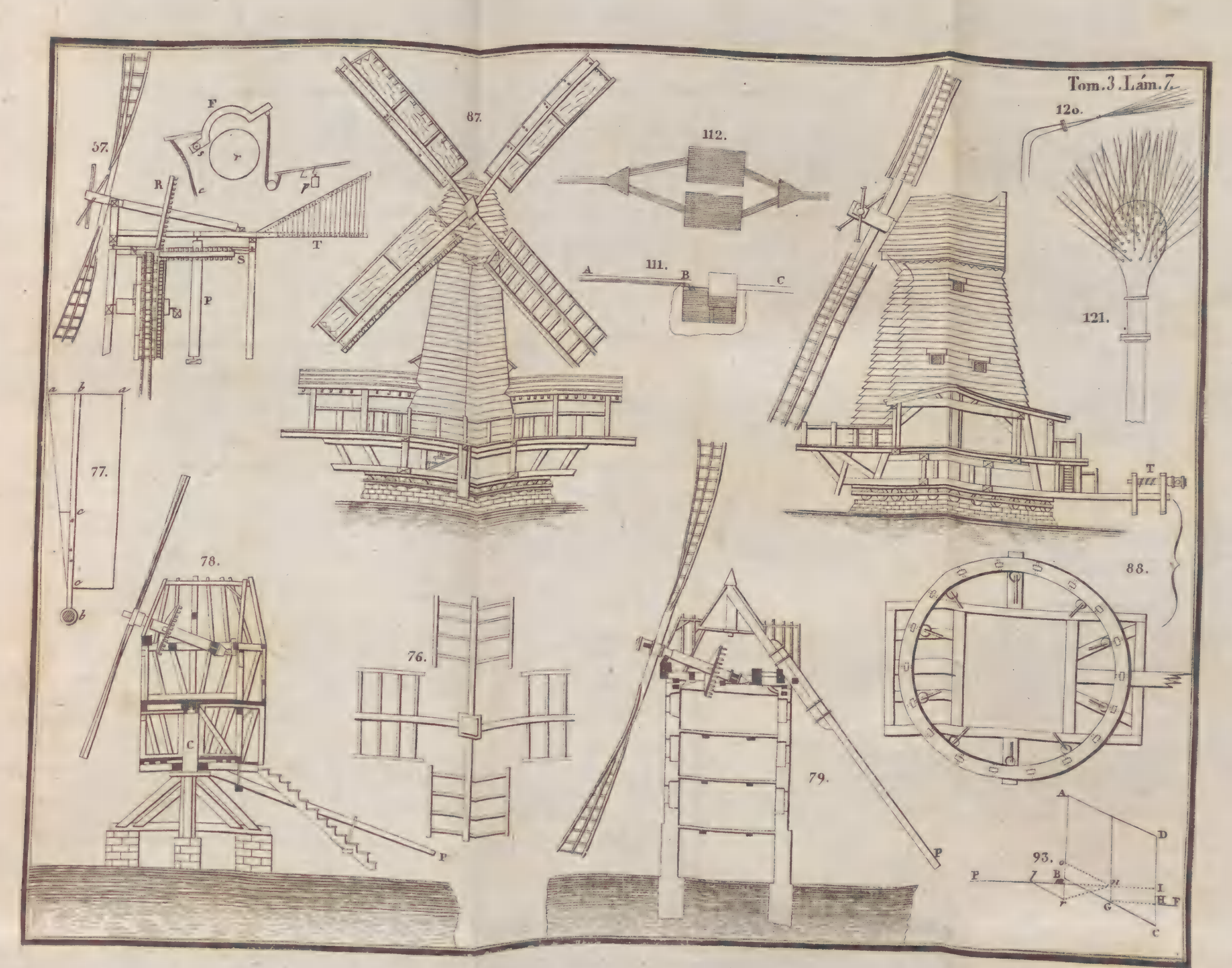


J. Perrault del.



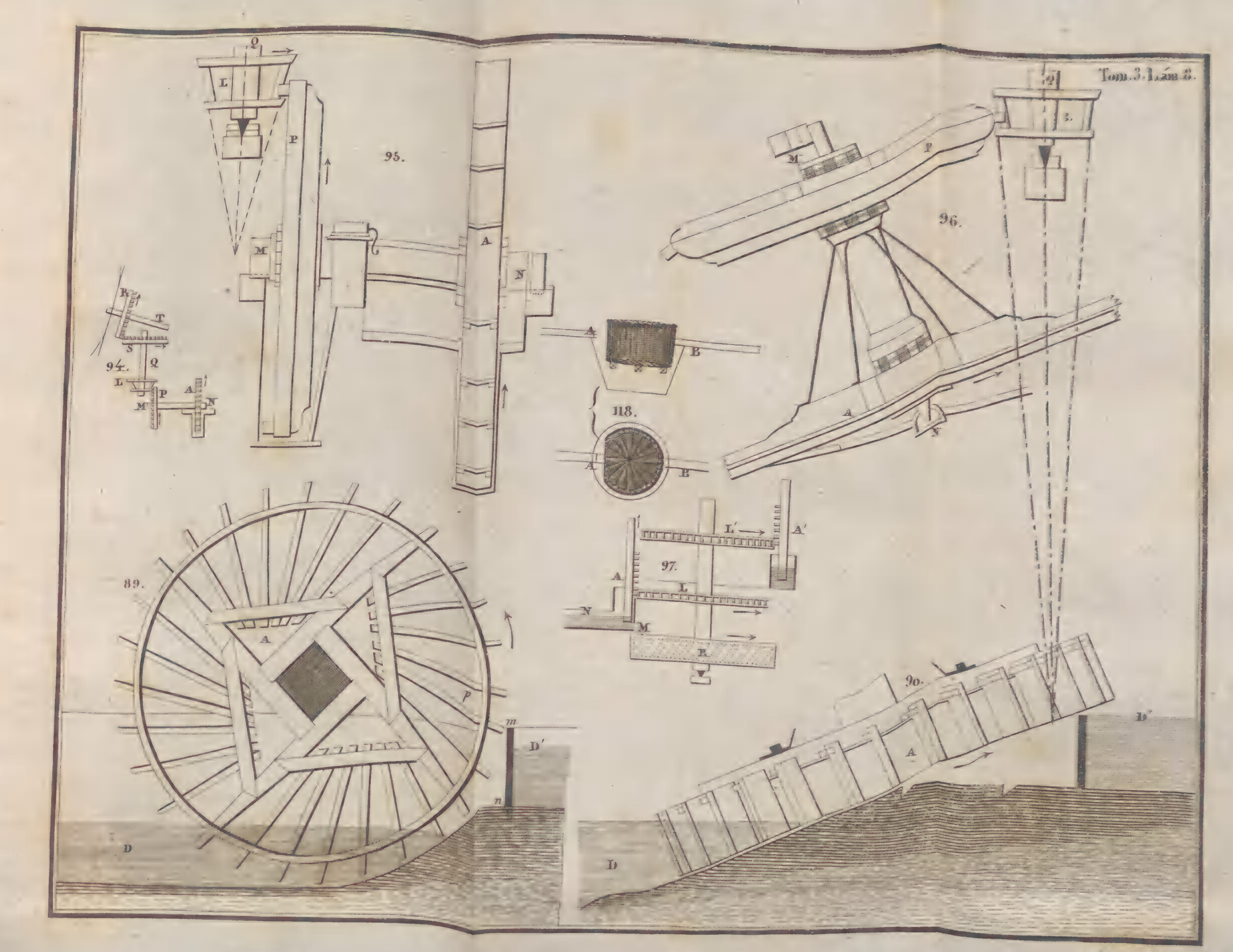
J. Peironet del.

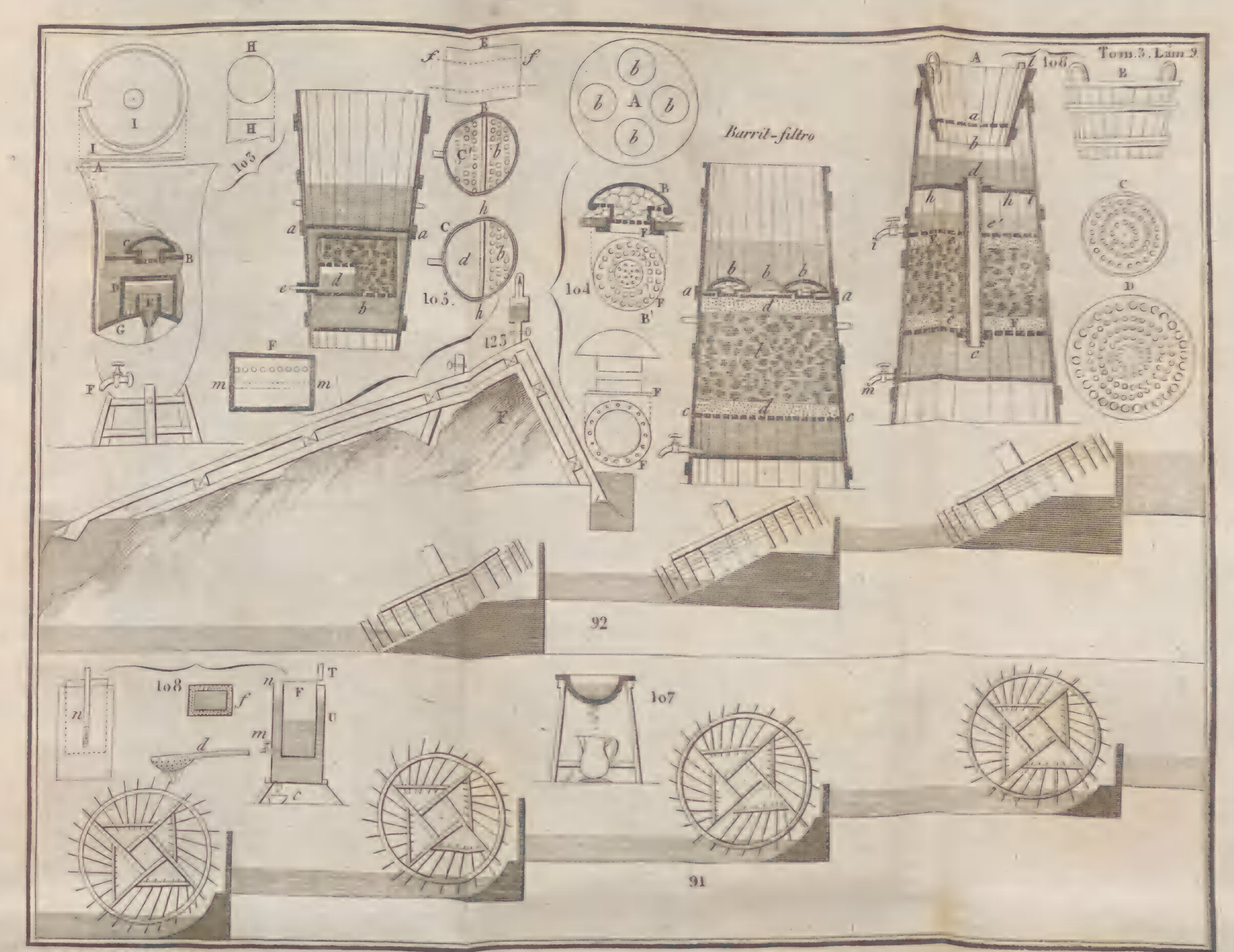

58
59
60
61
62
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
Peironet fecit



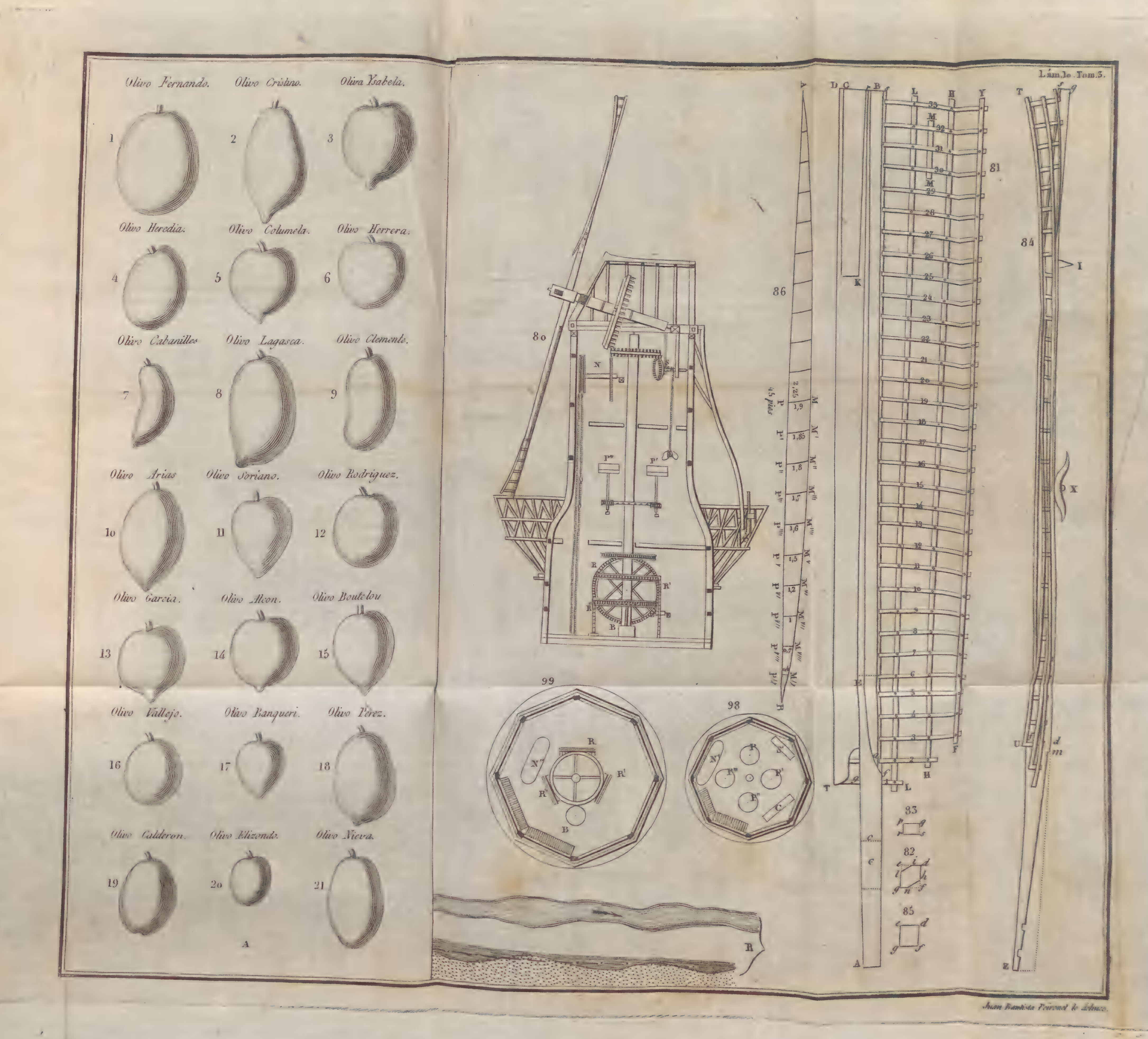
Peironet lo delineó.

Tom. 3. Lám. 8.

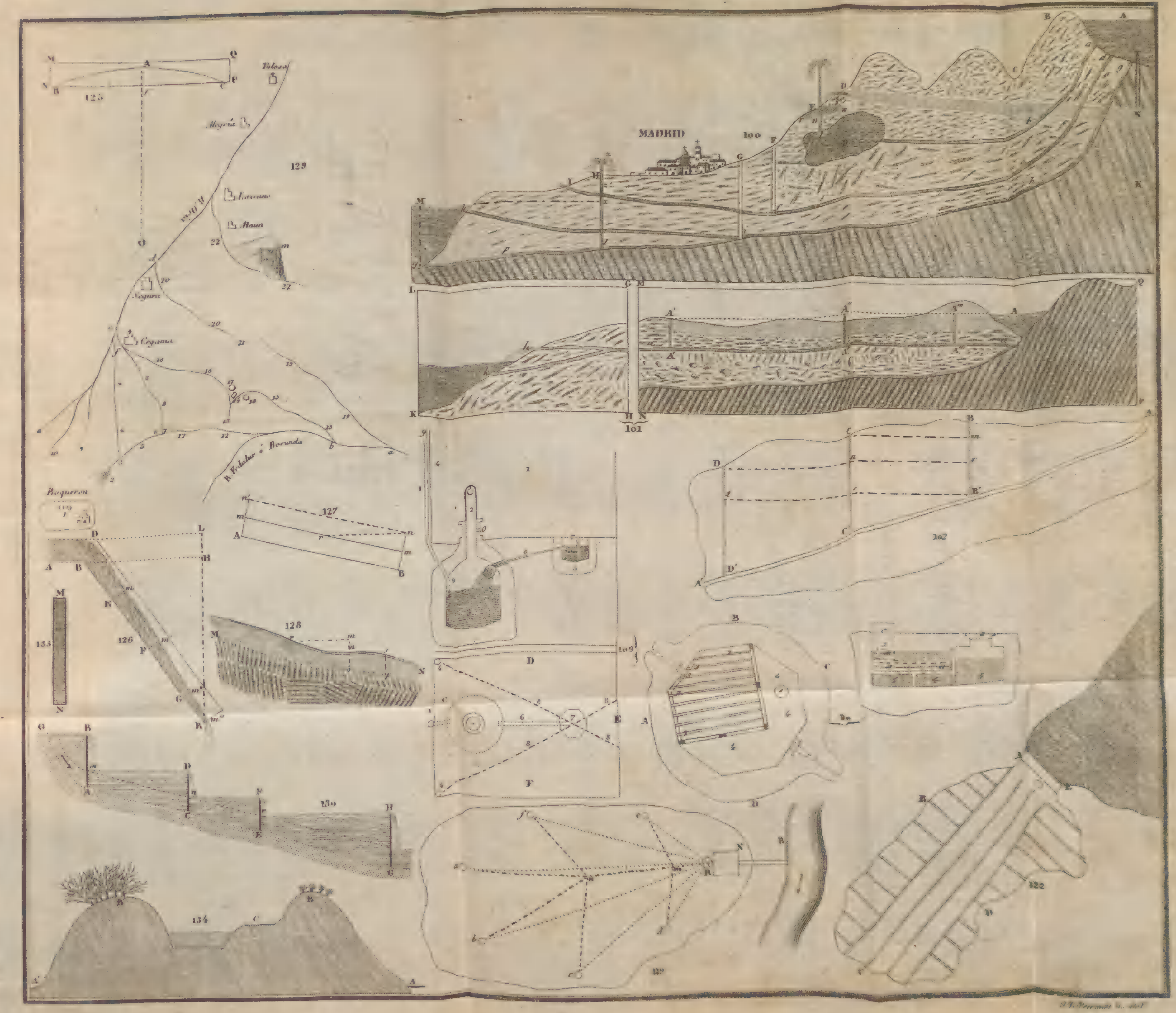




J. Peironet lo delineó.



Lám. 1a. Tom. 3.
Olivo Fernando.
Olivo Cristino.
Oliva Ysabela.
Olivo Heredia.
Olivo Columela.
Olivo Herrera.
Olivo Cabanilles
Olivo Lagasca.
Olivo Clemente.
Olivo Arias
Olivo Soriano.
Olivo Rodriguez.
Olivo Garcia.
Olivo Alcon.
Olivo Boutelou
Olivo Vallejo.
Olivo Banqueri.
Olivo Perez.
Olivo Calderon.
Olivo Elizondo.
Olivo Nieva.
45 pies
Juan Bautista Poirsond lo Grabó.


MADRID
100
101
102
109
122
125
126
127
128
129
130
133
134
Valeza
Alegria
Segura
Cegama
Boqueron



Peironet delineó.




249
VALLEJO
TRATADO
DE LAS
AGUAS
3
119